

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

# LA CONSTRUCCIÓN DE UNA NACIÓN

Historia de la ingeniería civil  
en México en el siglo XIX

---

EDGAR OMAR  
RODRÍGUEZ CAMARENA



## SEMBLANZA

Edgar Omar Rodríguez Camarena es ingeniero civil por la UNAM e historiador por la ENAH. Tiene una maestría en Filosofía de la Ciencia por la UNAM y un máster otorgado por esta en conjunto con la Universidad del País Vasco en Filosofía, Ciencia y Valores. De igual forma, es doctor en Filosofía de la Ciencia por la UNAM. Sus intereses de investigación se centran en la historia y filosofía de la ciencia, de la ingeniería y de la tecnología. Ha estudiado la transición del pensamiento medieval al moderno recuperando el papel del humanismo renacentista, así como las particularidades del pensamiento iberoamericano, especialmente sobre las concepciones cosmológicas. Al respecto, analiza la introducción de las nociones europeas en la Nueva España acerca de los cielos y cómo se fueron modificando con el paso del tiempo, de igual forma los cambios epistemológicos que se fueron presentando en la justificación de dichas ideas sobre los cielos. Por otra parte, ha realizado estudios más contemporáneos acerca de la historia de la ingeniería en México, específicamente la ingeniería civil, tanto desde un punto de vista académico en cuanto a la formación de ingenieros civiles, como de la trascendencia de su desempeño profesional en el desarrollo del país durante los siglos XIX y principios del XX. El presente libro es precisamente fruto de esta investigación.

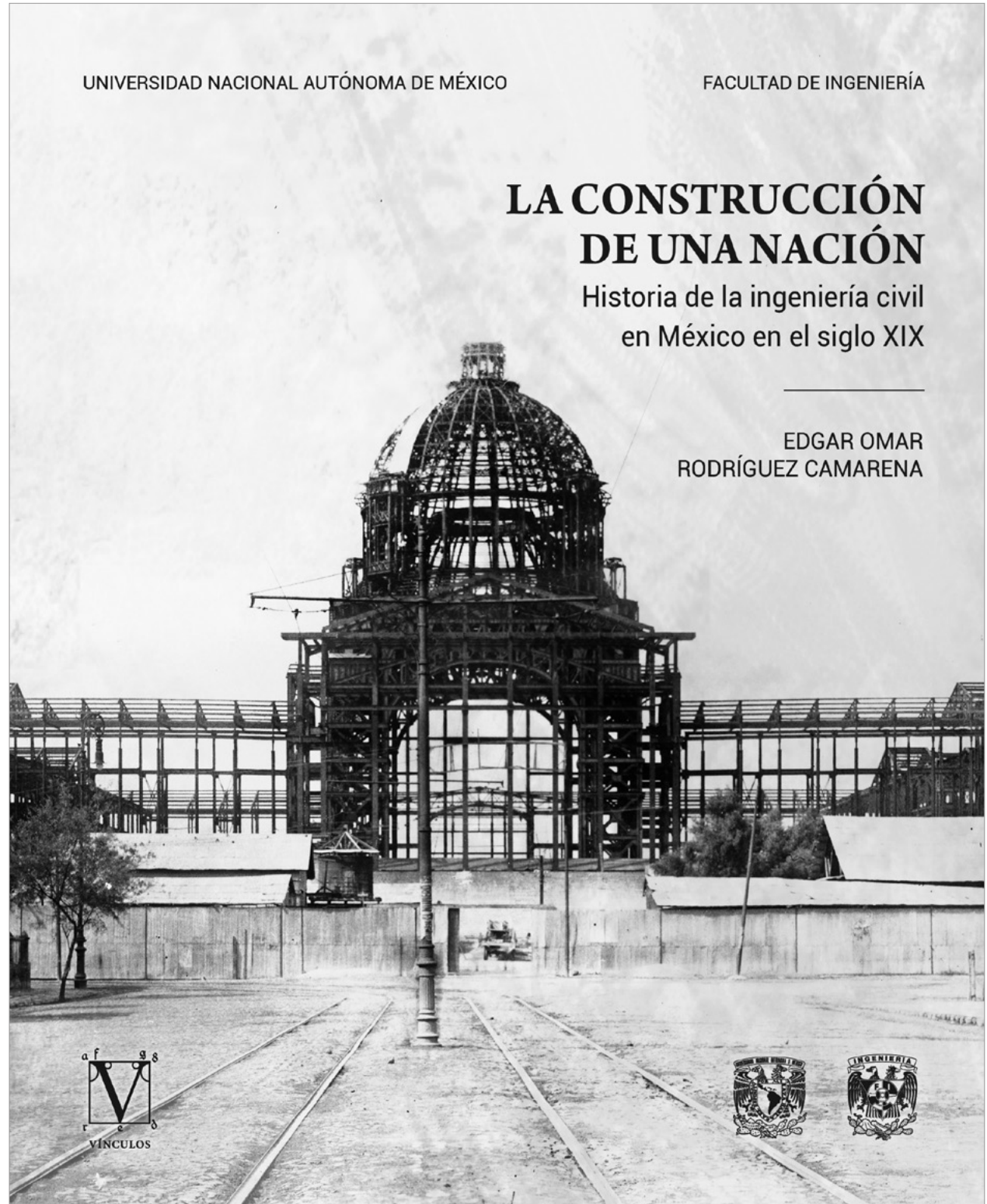
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

# LA CONSTRUCCIÓN DE UNA NACIÓN

Historia de la ingeniería civil  
en México en el siglo XIX

EDGAR OMAR  
RODRÍGUEZ CAMARENA



RODRÍGUEZ CAMARENA, Edgar Omar.  
*La construcción de una nación.*  
*Historia de la ingeniería civil en México en el siglo XIX.*  
México, Universidad Nacional Autónoma de México,  
Facultad de Ingeniería, 2021, 408 p.  
ISBN 978-607-30-5296-2

---

***La construcción de una nación.***  
***Historia de la ingeniería civil en México en el siglo XIX***

Primera edición electrónica de un ejemplar (31 MB) en formato PDF

Publicado en línea: 22 de noviembre de 2021

D.R. © 2021, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
Avenida Universidad 3000, Col. Universidad Nacional Autónoma de México,  
Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México

FACULTAD DE INGENIERÍA  
<http://www.ingenieria.unam.mx/>

ISBN 978-607-30-5296-2

Esta edición y sus características son propiedad de la Universidad Nacional Autónoma de México. Prohibida la reproducción o transmisión total o parcial por cualquier medio sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales.

Hecho en México.

---

UNIDAD DE APOYO EDITORIAL  
Cuidado de la edición: Amelia Guadalupe Fiel Rivera  
Diseño editorial: Nismet Díaz Ferro

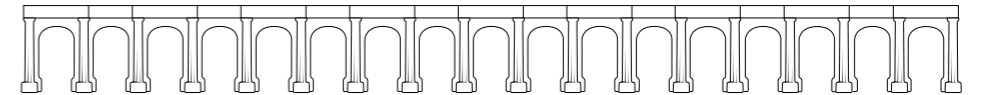
Fotografía en portada: Construcción del Palacio Legislativo, posteriormente Monumento a la Revolución. Guillermo Kahlo.  
© 88694 CONACULTA. INAH. SINAFO. FN. Fondo Casasola. México

*A mi madre*

*A los necios que creen todavía  
que podemos ser los constructores  
de nuestro propio modelo de nación*



## PRESENTACIÓN



No pareciera pertinente hoy en día concebir al conocimiento histórico solamente como una materia erudita que concentre información sobre acontecimientos, personajes y fechas pasadas, sino que más bien habría que apreciarlo como un saber indispensable para entender nuestro presente y, al mismo tiempo, como un saber necesario para propiciar futuros de mayor aliento. Tampoco parece que pueda entenderse al mundo actual —en sus logros, pero también en sus múltiples contradicciones— sin conocer y asumir las enseñanzas de nuestro propio devenir. Es rica la historia de esta nación y es rica la historia de su ingeniería: un ejemplo paradigmático de la conjunción de múltiples capacidades y voluntades para su desarrollo.

V

La construcción de un país como el que hoy tenemos, forjado en un anhelo de progreso y bienestar social al que todavía no hemos podido llegar, no puede apreciarse en su cabal dimensión sin considerar las aportaciones de su propia ingeniería, muy en especial por lo que respecta a la ingeniería civil, en donde un aspecto clave es el de la formación de nuevos ingenieros. El presente libro aborda este tema y cubre la etapa histórica comprendida entre los años previos a la creación de la carrera hasta los inicios de la gesta revolucionaria.

← Edificio de Rectoría y de la Biblioteca Central de la Universidad  
vistos desde la Facultad de Ingeniería © IISUE/AHUNAM/Colección Universidad,  
Sección Edificios Antiguos, CU 2812



Es en el año 1867, justo al finalizar el periodo imperial de Maximiliano y en el esperanzador inicio de la restauración republicana de Juárez, que —al amparo de las nuevas leyes de instrucción pública— nacen formalmente en nuestro país los primeros programas académicos con reconocimiento oficial para la formación profesional de ingenieros civiles. Si bien desde décadas anteriores la creación de la carrera había sido propuesta y debatida, las agitadas condiciones sociopolíticas en los años posteriores a la consumación de la independencia nacional no configuraron un clima favorable para dicha creación. La relación de momentos determinantes para nuestra historia en esas épocas es bien conocida y abundante en acontecimientos: lucha por la independencia, imperio de Iturbide, enconadas pugnas por el poder entre liberales y conservadores, invasión norteamericana y sus secuelas, reforma juarista, intervención francesa y Segundo Imperio. Resulta claro que, en un entorno tan agitado, las preocupaciones nacionales hayan tenido prioridades de mayor jerarquía que la educación de los futuros ingenieros.

VI El presente libro dedica amplios espacios a los antecedentes sobre la gestación de la carrera y sobre los avatares de sus primeros tiempos. Quien piense que la formalización de los estudios de ingeniería civil en México fue un asunto fácil, está totalmente equivocado. Como toda iniciativa innovadora, tuvo impulsores y detractores y no estuvo exenta de una cierta contaminación por cuestiones de ideologías y posturas políticas e, incluso, por ciertos privilegios de grupos de raíz gremial. Como se detalla en el texto, la iniciativa tuvo que enfrentar y superar la oposición del poderoso gremio minero, no del todo convencido de la utilidad de la nueva carrera ni, mucho menos, de alojar los estudios en el Palacio de Minería. Hubo también una cierta oposición por parte del grupo académico y estudiantil de ingenieros-arquitectos, carrera que desde algunos años antes ya se venía impartiendo en la Academia de San Carlos.

Asimismo, según se reseña en este libro, entre los potenciales estudiantes de la nueva disciplina hubo cierto escepticismo para abordar sus estudios, como lo demuestra que menos de una veintena de alumnos de la carrera se

hayan titulado durante la primera década de su impartición. Miembro de la muy reducida primera generación estudiantil de la carrera, el primer ingeniero civil formado en México, en las aulas del Palacio de Minería, fue Francisco Jiménez, quien aprobó su examen profesional en el año de 1870.

En el México de aquel entonces, con pocos recursos, escasas infraestructuras públicas y sumamente afectado por las numerosas intervenciones y luchas armadas que tuvieron lugar a lo largo del siglo XIX, la práctica profesional de la ingeniería civil no ofrecía demasiadas oportunidades.



En 1876 Porfirio Díaz llega a la presidencia de la República, en donde permanece por más de tres décadas. Durante el Porfiriato —un periodo histórico sobre el que a la fecha siguen existiendo enconados debates— se restablecen el orden y la paz social, se revitalizan la hacienda y la economía nacionales y se emprende la construcción de importantes infraestructuras en ferrocarriles, puertos y obras hidráulicas, principalmente. Consecuente con ello, aumenta la demanda para estudiar ingeniería civil y mejoran las perspectivas de trabajo para los jóvenes ingenieros. Sin embargo, cabe anotar que dichas perspectivas no fueron las ideales, pues los primeros empleos profesionales generados en el sector correspondieron fundamentalmente a puestos subordinados y no a responsabilidades directivas, toda vez que las grandes obras públicas y las concesiones fueron asignadas a empresas extranjeras no sujetas a ninguna obligación en materia de transferencia de sus tecnologías. En otras palabras, si bien hubo crecimiento económico y desarrollo de nuevas infraestructuras, no hubo confianza por parte de las autoridades del país en las capacidades propias de sus ingenieros, lo que ciertamente limitó el desarrollo de la ingeniería civil en México durante los primeros años del periodo porfirista. No obstante ello, en los años inmediatos al inicio de la gesta revolucionaria, la sociedad mexicana fue convenciéndose de las posibilidades de futuro de la ingeniería civil en el país y la demanda por estudiar la carrera, así como la matrícula estudiantil, crecieron en forma notable en esas fechas.

VII



Conocí a Omar Rodríguez hará algo menos de unos diez años, cuando se acercó a mí para preguntarme si aceptaba revisar su tesis profesional para recibirse como ingeniero civil y, en caso afirmativo, si estaría de acuerdo en formar parte del jurado del examen para su titulación. De entrada, varias cosas me llamaron la atención: que me buscara sin haber sido yo su profesor, que sus estudios universitarios de licenciatura los hubiera hecho no en la Facultad de Ingeniería, donde yo me desempeñé, sino en la FES Acatlán, y que –agradable y sorpresivamente– su tesis profesional versara sobre un tema poco habitual en las escuelas de ingeniería de nuestra universidad, un tema más de investigación histórica que de corte tecnológico o de ingeniería «dura».

Desde nuestras primeras entrevistas pude ir despejando mis inquietudes iniciales. Por boca del propio Omar, me enteré que sus primeros estudios universitarios se orientaron a la Ingeniería Civil, que luego abandonó para emprender la licenciatura en Historia en la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM. Concluidos sus cursos en esta última disciplina, Omar decidió retomar la carrera de Ingeniería Civil al tiempo que, ya con la doble formación, pensó vincular sus intereses académicos y profesionales en un trabajo de investigación que participara de ambas vocaciones y que le permitiera titularse como ingeniero (trabajo espléndidamente dirigido por una destacada investigadora universitaria especialista en el tema, la Dra. María de la Paz Ramos Lara). Así, no deja de ser significativo que, en la trayectoria vital de Omar Rodríguez, la ingeniería abriera paso a la historia y que la historia abriera paso a la ingeniería.

Cabe aquí citar a Gabriel Zaid, un notable ejemplo nacional de conjunción personal de intereses y capacidades simultáneas para la ingeniería y las humanidades, quien agudamente ha señalado la necesidad de recuperar la noción de no existencia de fronteras entre las —esquemáticamente— caracterizadas como dos culturas: la cultura técnico-científica por un lado y la cultura humanística por el otro. En este sentido, Zaid ha puesto el dedo en la llaga al afirmar que no es que existan dos culturas, sino que, en todo caso, lo que hay son dos inculturas, dos mutuas ignorancias ante ámbitos del saber que no son ajenos y cuya separación no es posible ni deseable. Ha sido, sin duda, el

excesivo afán de especialización el que ha llevado a esa aparente división actual del conocimiento humano; división que, por cierto, cada vez se aprecia más artificial y no se dio, por citar un par de casos, ni en la Grecia clásica ni durante el Renacimiento. La Academia de Platón («No entra nadie aquí que no sepa geometría»), la ciencia aristotélica, Descartes y Leonardo constituyen ejemplos virtuosos de que la cultura es un todo.



Es muy satisfactorio que el libro que hoy ve la luz abone en esa necesaria convergencia entre disciplinas técnicas y humanísticas anhelada por Zaid. El texto tiene su origen en ese trabajo de recepción profesional que, para obtener el título de ingeniero civil, presentó Omar Rodríguez hace ya casi diez años, y cuya investigación se sustentó en una cuidadosa consulta de documentación proveniente de numerosos archivos y fuentes originales. Para propósitos de la presente edición, el texto ha sido revisado, mejorado y enriquecido iconográficamente con una serie de ilustraciones de alta pertinencia, algunas de ellas de carácter inédito hasta este momento.

Varias cosas son dignas de destacar en el libro. En primer término, la amplitud de miras de su enfoque y la profundidad del análisis: la temática es amplia y tiene que ver no sólo con las distintas propuestas sobre orientaciones, asignaturas y programas para la formación académica de los jóvenes ingenieros civiles o con datos estadísticos sobre la planta académica, la evolución de la matrícula escolar y la titulación. El texto también contiene información interesante sobre las obras en que participaron los primeros egresados de la carrera y sobre las dificultades que tuvieron para ejercer su profesión en un entorno no del todo favorable. Es muy digna de resaltar la perspectiva crítica del libro, en relación con el análisis de las políticas liberales adoptadas durante el periodo porfirista y sus efectos negativos en el desarrollo de la ingeniería civil en nuestro país. Tal como alerta Omar Rodríguez en el texto, no deberíamos echar en saco roto esta enseñanza de nuestra propia historia, sobre todo en estos últimos tiempos con el lamentable auge de la aplicación indiscriminada de postulados y políticas neoliberales en México.



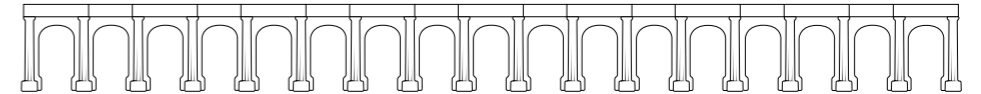
Ha sido un gusto para la Facultad de Ingeniería haber podido colaborar en el proceso editorial de este libro, por lo que celebramos que finalmente se haya concretado su publicación. Al respecto, es de justicia destacar la participación de la Unidad de Apoyo Editorial de nuestra Facultad y el profesionalismo y entrega de su personal. Mención especial merecen la Lic. Amelia Fiel Rivera, quien tuvo a su cargo la revisión del texto y el cuidado de la publicación, y la Lic. Nismet Díaz Ferro, responsable del diseño editorial, ambas coordinadas por la Maestra María Cuairán Ruidíaz, Jefa de la Unidad. Por último, nos da mucho gusto también que Omar Rodríguez sea actualmente profesor de nuestra Facultad, adscrito a su División de Ciencias Sociales y Humanidades.

*Ing. Gonzalo López de Haro*  
*Secretario General*  
*de la Facultad de Ingeniería de la UNAM*

*Otoño de 2018*



## PRÓLOGO



La lectura de esta magnífica obra —fruto de más de cinco años, sobre el contexto cultural en el cual surgieron los primeros estudios de arquitectura e ingeniería civil en México y el papel que desempeñaron sus egresados en la organización y modernización del país— rememoró mis inquietudes de antaño por develar el misterio del origen de los estudios de física en México, mi formación inicial. En esos años, mi escepticismo me impedía dimensionar la enorme influencia que ejercieron los ingenieros civiles en la constitución de la carrera de Física y de Matemáticas en México. El fundador de estas profesiones, de la Facultad de Ciencias, del Instituto de Física y el de Geofísica de la UNAM, fue ingeniero civil Ricardo Monges López. De hecho, los primeros egresados de la carrera de Física se inscribieron inicialmente a Ingeniería Civil y después viraron hacia las ciencias físicas o bien matemáticas.

XIII

Qué decir del proyecto de física experimental más importante del siglo XX, la construcción del Centro Nuclear de México (en Salazar, donde se puso en marcha un reactor nuclear y el acelerador de partículas más grande del país), el cual fue impulsado por otro eminente ingeniero civil Nabor Carrillo. Todo ello me obligó a dirigir la mirada hacia la historia de la ingeniería en México, otro enigmático campo del cual se ha escrito poco.

← Inauguración de la casa de bombas de Santa Cruz, Xochimilco  
© CONACULTA. INAH. CNMH. FCR-V. México. No. de negativo 229 sn.



Conforme fui acercándome a la historia de la ingeniería civil, comprendí que su origen y desarrollo en el siglo XIX había sido fundamental para que despuntara como el campo de la ingeniería más importante a nivel nacional durante la primera mitad del siglo XX. A la luz de ello se entiende por qué los ingenieros civiles trabajaron decisivamente en un número considerable de proyectos educativos, científicos, gubernamentales e industriales en esas décadas. Algunos de gran relevancia, como la creación de los primeros institutos de investigación científica (Instituto de Matemáticas, Instituto de Química, Instituto de Física, Instituto de Geología, Instituto de Geofísica e Instituto de Ingeniería), las primeras carreras de ciencias físico-matemáticas, los primeros proyectos universitarios y gubernamentales para aprovechar la energía nuclear en México, o bien, para explotar las fuentes de energía eléctrica o del petróleo. Su presencia había dejado huella en un gran número y diversidad de campos y sectores, a pesar de la exclusión que sufrieron por parte de compañías extranjeras, cuya política laboral (donde la lealtad jugaba un papel importante) daba preferencia a ingenieros de países industrializados.

XIV

Investigué durante varios años, en fuentes primarias, los inicios de la ingeniería en México y me atraía enormemente la idea de dedicarme exclusivamente al estudio de la ingeniería civil, de manera particular, pero los múltiples proyectos de investigación que tenía en proceso me lo impedían. Para mi fortuna, un día se presentó a la oficina Edgar Omar Martínez Camarena, un joven estudiante, brillante, apasionado de la filosofía y comprometido con la lucha social, que tenía dos carreras a punto de terminar, justo las que requería para el proyecto.

Su gran talento y capacidad como historiador y su sólida formación en ingeniería civil lo señalaban como la persona idónea no sólo para reconstruir los orígenes de la ingeniería civil con fuentes primarias, sino para comprender la evolución en los programas y contenidos de los diversos planes de estudios. Él tenía la formación interdisciplinaria y, en general, todos los elementos necesarios para ofrecer una visión completa e integral del comienzo y desarrollo de los estudios de ingeniería civil en México en el siglo XIX y el papel que jugó en la construcción de magnas obras que dieron lustre a la ingeniería mexicana.

De manera admirable, concluyó en poco tiempo la revisión del archivo de la Escuela de Ingeniería tanto en el acervo de campus central de la UNAM

como en el de Palacio de Minería, y lo mismo realizó en el de la Facultad de Arquitectura. Una vez cubiertas las fuentes documentales del sector educativo, con gran dedicación y entusiasmo se entregó a la tarea de visitar los fondos del Archivo General de la Nación, que requería para entender la componente laboral tanto de los arquitectos como de los ingenieros civiles.

No obstante, había terminado de armar el complicado rompecabezas que representaba el reconstruir la accidentada historia de este campo, se rehusaba a utilizar el material para graduarse como ingeniero civil. Finalmente aceptó y, obviamente, su trabajo fue tan valioso que de inmediato le propusieron publicarlo como libro. Pospuso la edición por dedicarse al campo que le apasiona, la filosofía, pues la maestría en filosofía de la ciencia le demandaba tiempo completo. Después de graduarse con Mención Honorífica, se pudo dedicar por completo al proyecto editorial. Ahora que se ha publicado, confío en que este libro pasará a ser un texto fundamental en la historia de la ingeniería en México. La construcción de una nación. Historia de la Ingeniería Civil en México en el siglo XIX es un libro de lectura obligada para los interesados en la historia de la ingeniería y de la arquitectura mexicana, así como de la historia de la educación en general pues, de una manera profunda, precisa y apropiada, el autor subsana un vacío en la historia de México con importante información inédita, magníficas ilustraciones, una descripción detallada y un análisis profundo de la evolución de estas disciplinas, y nos conduce por un doble pasaje histórico que nos remite al fluctuante e inestable contexto social, político y económico del país desde el periodo virreinal hasta el Porfiriato. Asimismo, mediante un meticuloso y lúcido análisis, caracteriza la evolución de la ingeniería civil desde la academia hasta el ejercicio laboral; para ello, nos presenta los elementos y factores que se fueron entretejiendo desde las aulas hasta la esfera gubernamental, y de las relaciones establecidas con el círculo empresarial internacional en beneficio o perjuicio de su comunidad.

XV

Las aportaciones de este libro se estructuran en dos grandes áreas, la formativa y la laboral, cada una de ellas con cuatro cortes cronológicos, mediante los cuales el autor se introduce a los programas de estudios para opinar sobre los contenidos de las cátedras, las herramientas didácticas, el equipo, los métodos, las técnicas, los materiales e incluso los recursos humanos disponibles.

Con gran perspicacia y percepción, esquematiza y simplifica la formación de la que dispusieron los expertos para participar en los proyectos de construcción, la mayor parte gubernamentales, enmarcados plenamente por las contrastantes diferencias del desarrollo del país en cada segmento histórico.

Visto de esta forma, una de las muchas contribuciones de la obra consiste en la riqueza de la información histórica mediante la cual se desentraña y sitúa en cada época la travesía de estos campos hasta el fin del régimen porfiriano. Comienza su recorrido con la conformación en la sociedad novohispana de los gremios de la construcción donde los arquitectos, formados en el Viejo Mundo, incorporaron a su quehacer cotidiano el vasto conocimiento que los indígenas habían desarrollado para dar solución a sus problemas hidráulicos y de cimentación. La mezcla de saberes europeos e indígenas dio lugar a un mestizaje en los procedimientos constructivos, cuyo aprendizaje se transmitía de manera práctica de maestros a aprendices.

Este proceso cambió con las Reformas Borbónicas, que hicieron posible la creación de dos pilares en la educación novohispana: la Real Academia de Nobles Artes de San Carlos, primera escuela de artes del continente americano, y el Real Seminario de Minería, primera academia de minas en funcionar exitosamente en el Nuevo Mundo, con un alto nivel académico basado en la ciencia moderna que la llevó a posicionarse entre las seis más importantes del mundo. Ambas abrieron sus puertas en 1784 y 1792 respectivamente para convertirse en grandes semilleros de arquitectos e ingenieros.

El segundo corte cronológico, de la Independencia del país hacia mediados del siglo XIX, da luz del estancamiento constructivo debido a los conflictos bélicos internos y con otros países. Ante la falta de expertos en ingeniería civil, los ingenieros militares ocuparon los puestos de edificación. Los egresados del ahora denominado Colegio de Minería se ocuparon de los trabajos cartográficos urgentes, la reconstrucción de caminos destruidos durante la guerra, la reactivación de obras hidráulicas suspendidas y la atención de algunas obras portuarias, por mencionar algunas de las actividades.

En el tercer fragmento histórico, que va de mediados al último cuarto del siglo XIX, se manifiesta una etapa de construcción en niveles modestos, en la cual ya participan ingenieros civiles y arquitectos mexicanos. Esto a raíz del

inicio de dichos estudios en la Academia de San Carlos, diez años más tarde trasladados al Colegio de Minería que se había transformado en Escuela Especial de Ingenieros, donde se desarrollarían exitosamente, llegando a competir con la carrera de Minas, la de mayor tradición en el país. La posibilidad de constituir un gremio a través de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México permitió a los ingenieros trabajar de manera mucho más cercana en los proyectos gubernamentales.

A la par del inicio y progreso de los estudios profesionales en este campo, el Gobierno mexicano estuvo en condiciones de crear secretarías de Estado y organismos dedicados a fomentar el desarrollo material del país. En esta sinergia, las estructuras de fierro desplazaron a las de madera y se introdujeron nuevas técnicas y materiales, con lo cual se renovaron las ciudades, a través de la construcción de nuevos mercados, teatros, hoteles, calles, calzadas, edificios, casas y obras de pavimentación y de desagüe, por mencionar algunas. A ello se sumó la construcción de nuevos fraccionamientos y el suministro de otros servicios, como el agua, alumbrado y vigilancia. En esto colaboraron también egresados de otras profesiones de las dos escuelas ya mencionadas, especialmente realizando trabajos cartográficos, geográficos y topográficos, entre otros.

El último corte cronológico está dedicado al Porfiriato, periodo en el cual se alcanzó el máximo nivel de modernización del México decimonónico, donde la industria de la construcción alcanzó niveles de desarrollo muy importantes. En este proceso, los ingenieros jugaron un papel importante, pues no sólo desempeñaron cargos públicos de gran relevancia sino que también colaboraron como expertos en política, en economía y como empresarios. Ante la llegada de cientos de inversionistas extranjeros, ellos mismos se integraron al grupo de burócratas-financieros para fungir como intermediarios y garantizar la prosperidad de sus propias empresas. Sin embargo, también experimentaron la competencia con ingenieros alemanes, estadounidenses, franceses e italianos, principalmente.

Fue una época en la que el sector de la construcción se incrementó en número y en dimensiones con la introducción de estructuras metálicas, cemento, asfalto y concreto armado, dando lugar a la construcción de imponentes palacios, teatros, hoteles, mercados, centros mercantiles, observatorios, estaciones de ferrocarril, presas, carreteras, puentes, puertos...<sup>1</sup> Las ciudades

se expandieron considerablemente estimulando hacia su interior el desarrollo de importantes obras de saneamiento, urbanización y pavimentación; y hacia el exterior, la construcción de caminos, carreteras, puentes, vías férreas y obras portuarias para comunicarse con otras poblaciones y promover el comercio nacional e internacional. Un factor más que revolucionó la vida citadina fue la introducción de la energía eléctrica para alumbrado público, transporte y suministro de energía particular.<sup>2</sup>

Cabe mencionar que en este periodo, los trabajos cartográficos, geográficos y topográficos ameritaron la creación de tres observatorios en la Ciudad de México y otros más en otros estados de la república mexicana. La ciencia se había colocado en un lugar importante, especialmente con la creación de instituciones científicas, por lo que se les construyeron grandes inmuebles para desarrollar sus investigaciones. En la comunidad científica mexicana, los médicos e ingenieros sobresalían como los gremios de mayor poder en el país, y entre los ingenieros fueron los civiles los que conquistaron su triunfo y establecieron una hegemonía profesional a nivel nacional que permanecería por más de medio siglo. No obstante esta victoria, durante el apogeo de la industria de la construcción fueron ingenieros y arquitectos extranjeros los que trabajaron en la mayor parte de los proyectos, no porque tuvieran una mejor formación sino una mayor preferencia.

Me congratula ver publicada esta exhaustiva investigación, y finalizo expresando mi más sincero reconocimiento y admiración por la excelente labor llevada a cabo por Edgar Omar en esta obra. Le deseo el mayor de los éxitos en su vida profesional, pues su competitividad académica y su entrega a la lucha social se merecen todo mi respeto. Aprovecho también para agradecerle la invitación para escribir estas líneas, por el aprendizaje adquirido durante varios años y por el gran equipo de trabajo que formamos con la participación de algunas de sus entrañables amigas y compañeras (Lilia, Karina y Alejandra), con quienes mantengo una amistad fraterna. Me considero afortunada de ser su amiga y colega.

*María de la Paz Ramos Lara*  
*Primavera 2017*

XVIII

XIX

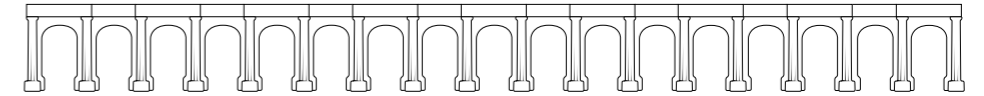
## REFERENCIAS

---

1. La construcción de portentosos inmuebles en la capital y su hundimiento propició la introducción de nuevas técnicas de cimentación, en tanto que el empleo de estructuras metálicas impulsó la industria metalúrgica en el país.
2. Acontecimiento que demandó la construcción de magnas obras hidráulicas, por un lado, la instalación de un gran número de hidroeléctricas o, bien, pocas con enorme capacidad, como lo fue el majestuoso complejo hidroeléctrico de Necaxa.



## INTRODUCCIÓN



El presente libro surge como fruto de un largo proceso que viene desde los años en que había logrado concluir la carrera de Ingeniería civil así como la de Historia y que, en un intento por conjuntar ambas formaciones, comencé a interesarme por cuestiones de historia de la ciencia. Con esta idea, me integré en el programa de investigación dirigido por la Dra. María de la Paz Ramos Lara sobre la historia de la ciencia y la tecnología en México, en mi caso enfocándome en particular en la historia de la ingeniería nacional. Gran parte del contenido surge del trabajo que realicé dentro de aquel programa de investigación como trabajo final de tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Dicho trabajo ha sido ampliado y actualizado en gran medida, pues se han venido desarrollando diversos estudios relacionados con el tema en los últimos años. De igual forma se han incorporado imágenes que pretenden ilustrar y clarificar el contenido de lo expuesto en el texto.

XXI

El propósito del libro es contribuir a la historia de la ingeniería civil en México desde dos vertientes principales. Por un lado, la formación profesional de los ingenieros civiles desde la introducción de estos estudios y su posterior desenvolvimiento hasta el Porfiriato. Y, por el otro, la labor constructiva a la largo del mismo periodo, así como el desempeño y participación de los ingenieros civiles en el campo laboral. Para tener una comprensión más cabal

← Ciudad Pullman Buenavista

en ambos campos se analizan no sólo a los ingenieros civiles propiamente, sino también a otros profesionales involucrados en cuestiones constructivas, como arquitectos e ingenieros militares. Más allá de la importancia propia de la vertiente académica o de la profesional, nos parece aún más importante la posibilidad de poder cotejarlas para, de esta manera, apreciar qué tanto la educación que se ofrecía a los ingenieros civiles era apropiada para un óptimo desempeño profesional.

De esta manera, se pretende ofrecer un panorama general pormenorizado del desarrollo educativo de la ingeniería civil y profesiones relacionadas, así como de su desempeño profesional dentro del desarrollo constructivo a lo largo del siglo XIX y hasta fines del Porfiriato. Para tal propósito recurrimos no solamente a bibliografía secundaria sino también a diversidad de fuentes primarias, lo cual nos parece un punto de partida básico y fundamental para tener un panorama más general de la ingeniería civil mexicana. Dentro de los principales archivos consultados se encuentran:

- » Archivo General de la Nación (AGN)
  - Fomento y Obras Públicas
  - Instrucción Pública y Bellas Artes
- » Archivo Histórico de la Universidad Nacional Autónoma de México (AHUNAM)
  - Escuela Nacional de Ingeniería
  - Escuela Nacional de Bellas Artes
- » Acervo Histórico del Palacio de Minería
- » Archivo de la Antigua Academia de San Carlos

Si bien se trató de ofrecer un panorama general del desarrollo y desempeño de la ingeniería civil, algunas veces, por cuestiones prácticas, el estudio se centra en algunos de los casos más representativos, especialmente el de la Ciudad de México, así como en el estudio de los puertos en el caso de Veracruz.

Más allá de que la obra pretende presentar un panorama general bastante pormenorizado y descriptivo del desenvolvimiento de la ingeniería civil a lo largo del siglo XIX y hasta antes del comienzo de la Revolución, también busca

dar respuesta a algunas cuestiones más específicas. Una de las cuestiones es qué tanto los ingenieros nacionales, en particular los ingenieros civiles, se encontraban capacitados para desarrollar la infraestructura que el país requería. A partir de analizar la efectiva participación de los ingenieros civiles en diferentes sectores, trataremos de aclarar hasta qué punto los ingenieros civiles nacionales fueron relegados y proponer explicaciones más particulares sobre este hecho. Otra cuestión a tratar es cómo el desarrollo de la infraestructura se fue generando en la práctica a lo largo del siglo XIX, pero en particular durante el Porfiriato. Usualmente vinculada con la obra pública, las obras de infraestructura se desarrollan en un contexto de intereses más complejo que puede llegar a distorsionar su carácter público. En este sentido, nos interesa estudiar también cuál fue el sentido y el fin de las obras públicas desarrolladas, es decir, si realmente lograron cumplir con su carácter de beneficio público o, en su defecto, quiénes fueron los principales beneficiados por éstas mismas.

La obra se encuentra dividida en dos partes principales. En la primera, «La institucionalización de la Ingeniería Civil como carrera profesional», se analiza el contexto educativo general y, de manera particular, las diferentes opciones educativas para aquellos que llegarían a desempeñarse profesionalmente en el ámbito de la construcción (arquitectos, ingenieros militares...), en especial se estudia la introducción de la ingeniería civil en el ámbito educativo y su posterior desenvolvimiento. En la segunda parte, «Desarrollo práctico de la construcción y desempeño profesional de los constructores», el análisis se centra en el estudio del desarrollo constructivo nacional y en la participación de los ingenieros civiles y constructores profesionales vinculados tanto en edificación como en obra civil, pero también en otros campos relacionados como cartografía y, de igual forma, su papel dentro del Gobierno y en la planificación de la obra pública.

Estas dos vertientes de estudio principales se verán afectadas por las condiciones cambiantes que se van presentando en el país, por lo que muestran coincidencias importantes a lo largo del tiempo, las cuales tratamos de enmarcar desde un principio mediante nuestra estructuración en tres periodos cada uno con características particulares. De esta manera, nuestros dos grandes temas de estudio se dividen, a su vez, en tres grandes periodizaciones.

Primeramente, encontramos 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. La segunda etapa comprende la etapa de reestructuración, tanto a nivel educativo como gubernamental, de mediados de siglo cuando se introducen por primera vez estudios de ingeniería civil y, de igual forma, comienza a surgir una cierta política pública de desarrollo que se materializará con la creación del Ministerio de Fomento. Al mismo tiempo, se presenta ya un pequeño reinicio de las actividades constructivas. Por último, el tercer periodo abarca desde la primera presidencia de Díaz hasta su renuncia y comprende las partes más extensas del libro, tanto en la cuestión educativa como de desempeño profesional, ya que es precisamente el periodo cuando los anhelos de desarrollo material y constructivo se llevan a la práctica, así como cuando se consolida la ingeniería civil como carrera y cuando sus egresados adquieren una mayor importancia en el ámbito laboral. De esta forma, a partir de las dos temáticas principales y de las tres grandes periodizaciones, el libro se compone de seis capítulos, los cuales se encuentran por su parte divididos en diversos subcapítulos, los cuales agrupan diversos apartados sobre cuestiones más específicas.

XXIV

De esta manera, la primera parte dedicada a la institucionalización de la ingeniería civil como carrera profesional comprende tres capítulos. El primero trata de los antecedentes tanto de los constructores como educativos novohispanos, así como de los orígenes de la carrera de ingeniería civil y del desenvolvimiento educativo en las primeras décadas del México independiente en las que si bien se intentarán introducir estudios de ingeniería civil, dicha propuesta, junto con la reforma educativa general, no llegará a consolidarse; por lo que se analizan también otras opciones de estudio de la época. El segundo capítulo trata de cuando se comienza a plantear de manera generalizada la necesidad de estudios de ingeniería civil hasta su establecimiento por primera vez en el país en la Academia de San Carlos en la carrera de Arquitecto e Ingeniero Civil (1857). De igual forma, versa sobre su traslado al Palacio de Minería como carrera independiente con la República restaurada. Se analiza también el seguimiento de los diferentes cambios por los que atravesó el Colegio de Minería, la creación de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México, así como el

desempeño de esta última carrera, posteriormente a su separación de la ingeniería civil. En el tercer capítulo se estudia el desenvolvimiento de la carrera de Ingeniería Civil durante el Porfiriato, por ejemplo, cuando pasa a ser denominada, por un tiempo, Ingeniería de Caminos, Puertos y Canales. Se estudian de manera más pormenorizada las características de su formación: sus planes y programas de estudios, sus libros y prácticas, como también los métodos y técnicas enseñadas. Por último, se analiza el desempeño de los ingenieros civiles al interior de la Escuela Nacional de Ingeniería a partir de estadísticas comparativas con otras carreras, su papel como catedráticos, además de sus diferentes vínculos educativos o con otras dependencias o asociaciones.

La segunda parte, dedicada al estudio del desarrollo práctico de la construcción y el desempeño de los constructores se compone, de igual forma, de tres capítulos correspondientes al capítulo cuarto, quinto y sexto. El cuarto capítulo trata sobre la construcción durante la primera mitad del siglo XIX por lo que presenta las difíciles condiciones que el sector constructivo tuvo que enfrentar, algunos de los primeros logros, pero también de las limitantes y condicionantes en las obras que se pretendía impulsar. En el capítulo quinto encontramos las reformas que se dieron a mediados de siglo cuando comienza a surgir no sólo una política de desarrollo nacional sino también la noción de «interés público», así como la de «ingeniero» como profesional específico. También presenta el desarrollo de las obras constructivas y de urbanización de la época junto con las primeras innovaciones constructivas y de materiales, a la vez que se comienzan a desarrollar diversas obras de infraestructura, como la primera línea ferroviaria y el fomento de los caminos, asimismo los primeros avances en las obras hidráulicas, especialmente del desagüe del Valle de México. Por último, el capítulo sexto se centra en el auge constructivo durante el Porfiriato, el desempeño de los ingenieros durante dicho periodo y su participación en el Gobierno. Se analiza a detalle el desempeño de diversos sectores y cómo fue la participación de los ingenieros nacionales en éstos, como la edificación y el desarrollo de fraccionamientos en la Ciudad de México. Se estudia cuáles eran los materiales y técnicas con las que se trabajaba. Por último, la realización de importantes obras civiles durante el Porfiriato, principalmente, la creación de la red ferroviaria nacional y la renovación portuaria; de igual

XXV

forma, la conclusión de las importantes obras hidráulicas en el centro del país: las obras del desagüe de la Ciudad y Valle de México, así como la introducción de agua potable en la primera. Por último, se presenta un epílogo en el que se invita a la reflexión sobre la trascendencia histórica de la ingeniería civil en el desarrollo del México actual.

El estudio de la ingeniería civil nacional nos ha llevado inevitablemente a confrontarnos con elementos que, aunque influyen en ella, van más allá, como pueden ser actores políticos, económicos y sociales. Si bien estos elementos no son el tema central en el presente libro, sí se presentan como condicionantes que influyen en el desenvolvimiento de la ingeniería civil y en el desarrollo de la infraestructura nacional, por lo que no han sido dejados totalmente fuera de la presente investigación. Esto nos parece aún más pertinente en nuestros días cuando han sido retomadas, renovándolas, aquellas políticas de liberalismo económico implementadas en el siglo XIX, cuya aplicación ha mostrado nuevamente sus límites e inconvenientes. Por lo que cobra pertinencia el estudio de aquella centuria en la que, a contrapelo de ideas y estructuras más conservadoras, pero apoyado por una nueva economía mundial, se logra establecer después de diversos conflictos, el gobierno liberal en el poder. Este liberalismo, después de hacer frente a los diversos sectores que se oponían a sus reformas, logrará consolidarse no sólo política sino económicamente en lo que Luis González ha denominado «El liberalismo triunfante», esto es: el Porfiriato. Durante dicho régimen porfirista se da, por primera vez como nación independiente, un crecimiento económico y constructivo importante, pero que tendrá también sus inconvenientes y contradicciones. Estas condiciones y limitantes, que intentamos también recuperar, parecen hacer eco en procesos en lo que, por nuestra parte, nos enfrentamos hoy día, por lo que cobra mayor pertinencia su estudio como guía para enfrentar nuestros propios retos actuales.

Quiero agradecer en primer lugar a la Dra. María de la Paz Ramos Lara, quien me alentó para involucrarme en el estudio de la historia de la ciencia en México y con quien realicé gran parte de este trabajo. De igual forma, a la memoria del ingeniero Gonzalo López de Haro, principal impulsor de que la presente investigación haya sido editada y publicada por la Facultad de Ingeniería. Al físico Omar Escamilla González, responsable del Acervo Histórico del

Palacio de Minería, por su valiosa colaboración en la consulta de dicho acervo. Asimismo, a aquellas personas cuyo trabajo y apoyo logró llevar a buen puerto el trabajo de edición: a la Mtra. María Cuairán Ruidíaz, jefa de la Unidad de Apoyo Editorial de la Facultad de Ingeniería, a la Lic. Amelia Guadalupe Fiel Rivera, quien pulió no pocas veces el presente texto, y a la L.D.G. Nismet Díaz Ferro, a quien se debe el bello diseño del libro. De manera especial, agradezco a la Facultad de Ingeniería a la cual, junto con sus egresados, está dedicada gran parte del presente trabajo desde sus tiempos como Palacio de Minería y Escuela Nacional de Ingeniería, y que ahora ha acogido esta investigación para ser llevada a su imprenta.

*Edgar Omar Rodríguez Camarena*

XXVI

XXVII

## REFERENCIAS

---

1. Luis González. «El liberalismo triunfante» en *Historia General de México*. COLMEX. Tomo II.



## CONTENIDO

### PRIMERA PARTE

#### LA INSTITUCIONALIZACIÓN DE LA INGENIERÍA CIVIL COMO CARRERA PROFESIONAL

1

#### I. Antecedentes y primeros intentos de una formación en ingeniería

3

##### Antecedentes

3

Constructores en la Nueva España

3

Orígenes de la carrera de Ingeniero Civil

8

Nuevas instituciones educativas novohispanas

12

##### Primeras propuestas y opciones de una formación en ingeniería en los inicios de la nación

18

Introducción de una formación militar nacional

18

Primeras propuestas de reformas educativas

20

Mexicanos que optan por estudiar en el extranjero

24

##### Referencias

27

XXIX

#### II. La introducción de la carrera de Ingeniería Civil en México.

##### De la Academia de San Carlos a la Escuela de Ingenieros

35

##### Necesidad de la formación de ingenieros civiles y creación de la carrera de Arquitecto e Ingeniero Civil

35

Necesidad y propuestas para la creación de la carrera  
de Ingeniería Civil

35

En busca de una redefinición del Colegio de Minería

40

Creación de la carrera de Ingeniero Arquitecto

43

Desempeño de la carrera de Ingeniero Arquitecto

46

Intento de reforma del Colegio Imperial de Minas

50

< Escaleras del Palacio de Minería



Traslado de la Ingeniería Civil de la Academia de San Carlos a la Escuela de Ingenieros	53		
Reestructuración académica y creación de la carrera de Ingeniería Civil	53		
Interpretación de la reestructuración del Colegio de Minería	57		
Creación de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México	61		
La carrera de Arquitectura después de su separación de la Ingeniería Civil	64		
Referencias	69		
<b>III. La Ingeniería Civil y la Ingeniería de Caminos, Puertos y Canales durante el Porfiriato</b>	<b>79</b>		
Seguimiento de la Ingeniería Civil durante el Porfiriato	79		
De la Ingeniería Civil a la Ingeniería de Caminos, Puertos y Canales	79		
Programas de estudio en la primera parte del Porfiriato	81		
Revisión de los planes de estudio y reincorporación de la Ingeniería Civil	84		
La Ingeniería Civil en los inicios del siglo XX y su incorporación a la Universidad	88		
Consolidación de la carrera de Arquitectura	91		
Características de la formación de los ingenieros civiles	93		
Libros de texto utilizados por ingenieros civiles	93		
Prácticas y gabinetes	95		
Conocimiento de materiales de construcción y determinación de su resistencia	98		
Nuevos métodos, técnicas y materiales	102		
Desempeño de los ingenieros civiles en la Escuela Nacional de Ingeniería	106		
Consolidación como catedráticos	106		
Estadísticas de alumnos graduados en la Escuela de Ingenieros	109		
Origen de los ingenieros civiles y estudios en el extranjero	116		
Vinculación con otras dependencias y asociaciones	118		
Referencias	129		
<b>SEGUNDA PARTE</b>			
<b>DESARROLLO PRÁCTICO DE LA CONSTRUCCIÓN Y DESEMPEÑO PROFESIONAL DE LOS CONSTRUCTORES</b>	<b>141</b>		
		<b>IV. Primeros pasos en la construcción de la nación.</b>	
		<b>La construcción durante la primera mitad del siglo XIX</b>	<b>143</b>
		Estancamiento constructivo	143
		Ausencia de una política de desarrollo nacional	143
		Lento avance constructivo	145
		Enfoque castrense en la construcción	149
		Otras opciones de trabajo	151
		Predominio de los ingenieros militares	151
		Primeros trabajos cartográficos	153
		Fracaso en la colonización del norte del país	155
		Infraestructura y técnicas atrasadas	158
		Reparación de los caminos	158
		Paralización de las obras hidráulicas	161
		Materiales y métodos tradicionales	163
		Referencias	165
		<b>V. La época de las reformas</b>	<b>173</b>
		Reestructuración gubernamental	173
		Nuevas dependencias encargadas del desarrollo material	173
		Surgimiento de una política de desarrollo nacional	175
		Vinculación de los ingenieros con el Gobierno	177
		Conceptualización de los ingenieros	180
		Edificación y urbanización	182
		Nuevo comienzo constructivo	182
		Renovación urbana e incipiente crecimiento de la Ciudad de México	188
		Primeras innovaciones en los métodos y técnicas constructivas	195
		Introducción de estructuras metálicas	198
		Avances en la integración y reconocimiento del territorio nacional	202
		Fomento de los caminos	202
		Primera línea ferroviaria	205
		Realización de una cartografía nacional	213
		Política de colonización frustrada	218
		Reinicio de las obras hidráulicas	219
		Primeros pasos en la realización del desagüe del Valle de México	219
		Otras obras hidráulicas	226
		Referencias	231

XXX

XXXI

<b>VI. Desarrollo constructivo porfiriano</b>	247	<b>Anexo 1</b>	
Importancia y caracterización de los ingenieros	247	Seguimiento histórico de los planes de estudio de Arquitectura y de Ingeniero Arquitecto	379
Participación de los ingenieros en el Gobierno	247		
Consolidación de un grupo hegemónico nacional	251	<b>Anexo 2</b>	
Campo de trabajo profesional de los ingenieros	254	Seguimiento histórico de los planes de estudio de Ingeniero Civil y de Ingeniero de Caminos	383
Cartografía y colonización	257		
Renovación y auge de la edificación	261	<b>Bibliografía</b>	387
Crecimiento del sector constructivo	261		
Casos de edificación	265	<b>Referencias iconográficas</b>	397
Auge de los negocios inmobiliarios	275		
Trabajos de urbanización y pavimentación	279		
Nuevos materiales y técnicas constructivos	283		
Introducción de nuevos materiales	283		
Abastecimiento de materiales	289		
Métodos y técnicas constructivos	291		
Introducción de la electricidad	295		
Desarrollo de las vías de comunicación	299		
Obra pública en general y olvido de las carreteras	299		
Auge ferrocarrilero	301		
Renovación portuaria	309		
Realización de las principales obras hidráulicas del país	315		
Conclusión de las obras del desagüe del Valle de México	315		
Realización del sistema de saneamiento de la Ciudad de México	321		
Introducción de la red de agua potable de la Ciudad de México	323		
Obras hidráulicas y de saneamiento en general	328		
Referencias	333		
<b>Epílogo</b>	351		
Desarrollo y periodización general	351		
Introducción y desarrollo de los estudios de Ingeniería Civil	353		
Participación y desempeño en el campo laboral	356		
Desplazamiento laboral de las constructoras e ingenieros nacionales	359		
Participación y desplazamiento de los ingenieros en el Gobierno	362		
Obra pública e intereses privados	364		
Democratización del proyecto de desarrollo material	368		
Referencias	371		



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...

1

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

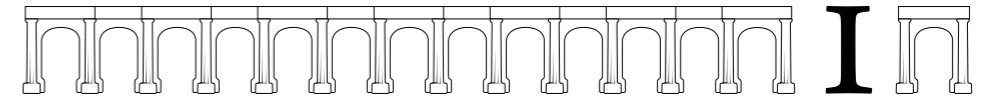
*José María Luis Mora*  
*Proposiciones educativas al Congreso del Estado de México*  
17 de noviembre de 1824

← Topógrafos

© Fondo Fotográfico del Archivo Histórico del Palacio de Minería, UNAM



## ANTECEDENTES Y PRIMEROS INTENTOS DE UNA FORMACIÓN EN INGENIERÍA



### ANTECEDENTES

#### Constructores en la Nueva España

En la Nueva España se introdujo el sistema de gremios de manera semejante al utilizado en la Metrópoli; sin embargo, la tradición constructiva europea sufrió, como la cultura española, un proceso de aclimatamiento y de adaptación en las nuevas tierras que fue mezclándose con los materiales, técnicas y mano de obra americana, lo cual originó un proceso de criollización y de mestizaje. Aun 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 sincretizaron y retomaron elementos de la rica tradición constructiva del pueblo indígena, el cual tenía un buen conocimiento de las características particulares del Valle de México donde sus habitantes habían aprendido a convivir y a encauzar el peligro de sus aguas, así como a desarrollar, en un suelo tan débil, adecuados sistemas de cimentación con el manejo tanto de pilotes como de emparrillados de madera. Estos sistemas eran utilizados también para

3

← Mapa de México-Tenochtitlan atribuido a Hernán Cortés, 1524

ganarle terreno a las aguas mediante las llamadas *chinampas*, construidas con la tierra del fondo del lago rico en minerales de manera que resultaban muy adecuadas para la agricultura.<sup>1</sup>



4

Acueductos: prehispánico de Chapultepec y virreinal del padre Tembleque entre el Estado de México e Hidalgo

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, muchos de los cuales eran seguramente improvisados o con poca experiencia. Este auge constructivo se sustentó en la explotación desmedida de la mano de obra indígena, sería hasta fines del siglo XVI cuando estas labores se empezarían a regular<sup>2</sup> al expedirse unas ordenanzas específicas para albañiles en 1599, cuyas actividades estuvieron anteriormente regidas mediante las *Ordenanzas de carpinteros, entalladores, ensambladores y violeros* de 1568.<sup>3</sup> De manera general, los gremios manejaban tres categorías: maestros, oficiales y aprendices. El mismo gremio se basaba en un método de enseñanza eminentemente práctico, y era el encargado de examinar y permitir el paso a las categorías superiores.



Forma y levantado de la Ciudad de México, de Juan Gómez de Trasmonte, 1628  
© CCPL 2999. Colección: Instituto de Investigaciones Estéticas, UNAM

5

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 serían creadas sino hasta 1746 y, si bien eran muy pocos en número, se apoyaban en el trabajo de los otros gremios ligados a la construcción, los albañiles y los canteros, los cuales quedaban subordinados a ellos. De hecho, los arquitectos eran los únicos de éstos que tenían *veedores*<sup>4</sup>, quienes estaban encargados de vigilar el cumplimiento de las ordenanzas; también solamente los arquitectos contaban con maestros que debían ser examinados y aprobados.<sup>5</sup> De la *Relación de gremios, artes y oficios* de 1788 para la Ciudad de México, el número de los trabajadores por gremio y condición era el siguiente:

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

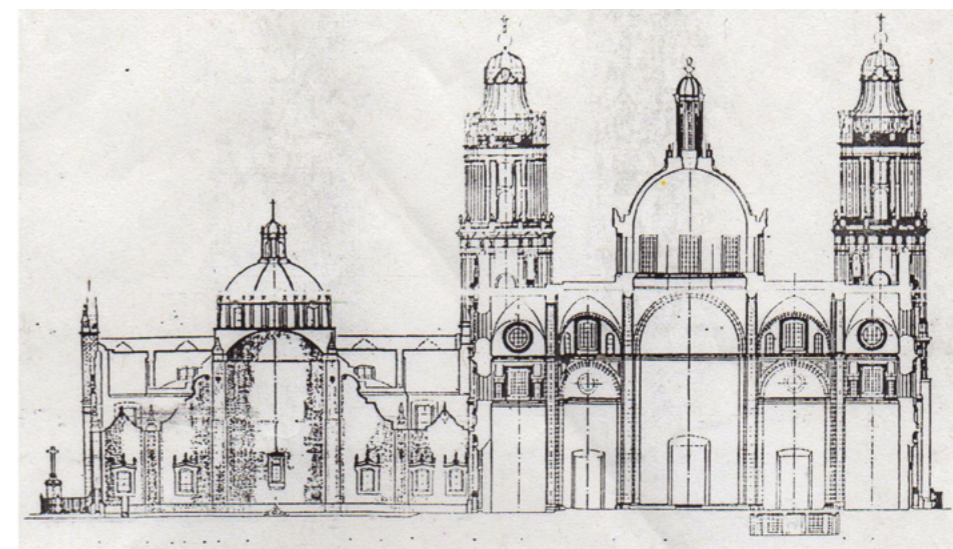
Tomado de *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*, vol. II, tomo III, p. 262

Además del distinguido cargo de veedor, el grado más alto al que podía aspirar un arquitecto novohispano era el de maestro mayor del reino de la Nueva España<sup>6</sup>, 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 que 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.<sup>7</sup>

6 Aun cuando desde esta época se empezó 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.<sup>8</sup> España tenía una tradición importante en la formación de ingenieros militares, ya que desde el siglo XVI había creado academias para el caso, las cuales se multiplicaron durante los dos siglos siguientes. Sin embargo, por motivos estratégicos, se 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, quienes tampoco eran suficientes para proveer a todo el Imperio. Por lo tanto, se tuvo que recurrir también a los servicios de otros ingenieros extranjeros, quienes vinieron a enriquecer y complementar los conocimientos y procedimientos constructivos españoles.<sup>9</sup>

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 específicas importantes. El primer registro que se ha encontrado en la Nueva España, donde se menciona

a alguien como «ingeniero», data 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.<sup>10</sup> 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.<sup>11</sup> Estas disposiciones se referían esencialmente al trabajo realizado por ingenieros militares, en especial, en la ejecución de diversas «fábricas»<sup>12</sup> 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.<sup>13</sup> Para 1711, se constituyó 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».<sup>14</sup> Algunos de estos ingenieros militares realizaron fortificaciones y colaboraron en obras civiles, como el desagüe de la capital y la introducción del agua potable en Veracruz.<sup>15</sup>



Corte transversal de la Catedral Metropolitana y del Sagrario

Ya con los Borbones en el trono español, para la segunda mitad del siglo XVIII se realizaron diversas reformas tendientes a modernizar el Imperio, las cuales liberalizaron y fomentaron la producción y el comercio, por un lado, mientras que, por otro, se procuró una mejor administración de las tierras de ultramar para obtener mayores beneficios 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 con el resto de sus posesiones. A la vez se realizaban diversas obras públicas, por las que se distinguieron diversos virreyes en el último cuarto de siglo. En la Ciudad de México se mejoró el alumbrado y el empedrado, así como su limpieza y mantenimiento, y se realizaron algunos trabajos de agua potable y caminos.<sup>16</sup> Por mencionar algunos ejemplos, el virrey Bucareli mandó construir al poniente de la ciudad el llamado Paseo Nuevo o Bucareli, inaugurado en 1778. Por esa misma zona, la cárcel de La Acordada tuvo que ser demolida debido al sismo de 1776, por lo que el arquitecto José Joaquín García de Torres proyectó una nueva cárcel en el mismo lugar, que concluyó a principios de 1781.<sup>17</sup> Algunos años después, en 1785 se inició la construcción del Castillo de Chapultepec. Posteriormente, se construyó la fábrica de tabacos conocida como La Ciudadela, diseñada por el director de Arquitectura de la Academia de San Carlos, José Antonio González Velázquez, y dirigida por el ingeniero militar Miguel Constanzó, la cual fue inaugurada en 1807.<sup>18</sup>

Aún más importante que las obras realizadas, a finales del siglo XVIII se crearon nuevas instituciones educativas que tendrían gran relevancia para el desarrollo del conocimiento y de la técnica novohispana, pero también para el posterior desarrollo de la ingeniería civil nacional.

### Orígenes de la carrera de Ingeniero Civil

Antes de tratar los inicios de la incorporación de los estudios de Ingeniería en el ambiente académico novohispano, habría que remontarse al desarrollo que tuvieron en Europa hasta ser integrados en instituciones educativas. El término *ingeniero* se crea durante la Edad Media, el cual proviene de la palabra *ingenio*. Ya desde el latín clásico, *ingenium* tenía una doble significación: por una parte,

‘el talento o capacidad creativa’, así como ‘el producto de estos mismos, ya sea aparato o artefacto mecánico’. Al conformarse durante el Medioevo el concepto de ingeniero, se le adjudicaron 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.<sup>19</sup>

Con el Renacimiento, el desarrollo propio de la creación artística como de las armas de fuego condujo a que la arquitectura y la construcción de fortificaciones militares tomaran caminos diferentes, separándose, de modo que esta última quedó fuera de la arquitectura que se estableció 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.<sup>20</sup> Poco después, empezaron a surgir academias militares que incluían conocimientos de ingeniería, y España fue una de las naciones que destacaría en la formación de ingenieros militares. No obstante que en Europa se contaba con ingenieros militares, para finales del siglo XVIII y principios del XIX se hizo evidente que éstos no eran adecuados para resolver los problemas que presentaba una sociedad urbana y moderna en tiempos de paz,<sup>21</sup> como tampoco los arquitectos, quienes, a pesar de su larga historia, estaban enfocados principalmente en aquellas grandes obras que sólo cierta élite podía solventar, como palacios y catedrales, más que en la creación de infraestructura que fomentara la producción, integración y comercio general.<sup>22</sup>

Los nuevos profesionistas que se estaban requiriendo tendrían que contar con una buena formación física y matemática, que a la vez fuera llevada al nivel de su aplicación práctica, útil a la sociedad, para lo cual se retomaría la experiencia constructiva previa. Sería en Francia donde, desde mediados del siglo XVIII, se comenzaron a dar los primeros pasos importantes para la formación de estos profesionistas al fundarse en 1747 la Escuela de Puentes y Calzadas,<sup>23</sup> la cual, aun cuando no contaba con una carrera de Ingeniería Civil como tal, según Katzman, fue «...la primera escuela organizada de ingeniería civil, principalmente para preparar técnicos en puentes y caminos»<sup>24</sup>. Posteriormente, debido a los cambios provocados por la Revolución francesa, se buscaría recalcar el aspecto de utilidad pública de la técnica, y se establecería 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 creó la Escuela Central de Artes y Manufacturas donde se impartiría por primera vez la carrera de Ingeniería Civil en 1829, que buscaba ofrecer una preparación científica adecuada que sustentara la aplicación constructiva. Poco después varios países europeos seguirían el ejemplo francés al instituir la formación de ingenieros civiles.<sup>25</sup>

España, ya dentro del esfuerzo modernizador encabezado por la dinastía borbónica, no se quedaría atrás en la renovación de sus academias y escuelas. Consciente del atraso en que se encontraban la ciencia y la técnica españolas, 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 promovería la creación de una institución similar, lo que sucedió en 1801 cuando Carlos IV aprobó la creación de la Escuela de Ingenieros de Caminos y Canales en Madrid<sup>26</sup> en la cual se impartía la carrera de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos, cuyos contenidos eran prácticamente los mismos a los de Ingeniería Civil que se impartía en esa misma época en otros países.

Por su parte, en los países anglosajones, la consolidación de una ingeniería profesionalizada no estaba alentada principalmente por el impulso estatal, sino que el mismo desarrollo económico industrial permitía su surgimiento, de tal manera que los ingenieros se formaban en el campo de trabajo mismo sin depender tanto de una educación institucionalizada. Si bien esta división ha sido sostenida por diversos estudios contemporáneos,<sup>27</sup> era ya patente para los ingenieros de mediados del siglo XIX. Así, el ingeniero civil Francisco de Garay sostenía:

«En algunos países y principalmente en Inglaterra y Estados Unidos, no hay ningún cuerpo de ingenieros nacionales. Cuando el gobierno emprende alguna grande obra se sirve de los ingenieros particulares que la fama pública o las obras señalan como los de mayor capacidad

y saber. Pero en esas naciones la industria y el comercio han dado pasos tan gigantescos que ellos solos bastan para estimular a multitud de individuos a que se dediquen a los largos estudios de ingeniero. Por consiguiente cuando la autoridad busca hombres eminentes para tomarlos a su servicio fácilmente los haya ya formados. Pero esto no pasa así en todas partes. Multitud de países hay que para tener ingenieros tiene que formarlos a expensas públicas. Cuando Napoleón mandó que se abriese nuevos caminos, nuevos canales, nuevos puertos, comenzó por establecer a la politécnica, y por reformar la escuela de ingenieros y todas las demás escuelas de aplicación que tanto han contribuido a la grandeza de Francia. Hoy en día la Francia, Bélgica, la Holanda, la Prusia, y algunos estados de Alemania y de Italia tienen cuerpos organizados de ingenieros.»<sup>28</sup>

En el contexto inglés, Thomas Tredgold elaboró una definición en 1820 que se volvería clásica de la ingeniería civil: «el arte de dirigir las grandes fuentes energéticas en la naturaleza para uso y conveniencia del hombre», así como «perfeccionar los medios de producción y tráfico en los estados, tanto para el comercio exterior como para el interior»<sup>29</sup>. De esta manera, no solamente abarcaba la construcción de caminos, puentes, canales, acueductos, puertos y saneamiento de las ciudades, sino que se vinculaba con la construcción de maquinaria y, de hecho, con la «ciencia mecánica» en general, a la vez que en la utilización de las fuentes de energía. Así pues, la definición de «ingeniería civil» de Tredgold se asemejaría a lo que posteriormente sería considerado como «ingeniería» a secas y que incluirá tanto a la ingeniería mecánica o industrial, como aquéllas vinculadas con la utilización de la energía. Al mismo tiempo que Tredgold planteaba esta definición, el propio desarrollo industrial iba generando un proceso de especialización que desembocaría en el surgimiento de diversas ramas de la ingeniería más allá de la civil y la militar.

Al contrario de la arquitectura, las obras desarrolladas por los ingenieros civiles desde sus inicios estaban orientadas hacia lo público, por ejemplo, un camino o un puente no era de uso exclusivo de ciertos grupos sino de la población en general, por lo que muchas veces serían encargadas por los gobernantes



más que por particulares. De esta forma, el ingeniero civil colaboraría en el extraordinario desarrollo urbano de las sociedades modernas, motivado en parte por la industrialización, la cual generaría una gran necesidad de obras públicas e infraestructura, que el ingeniero civil muchas veces sería el encargado de llevar a cabo.<sup>30</sup> De igual modo, participaría en la construcción de vías de transporte que permitieron integrar la producción y el mercado y con ello su expansión. Como veremos, esta pretensión de bienestar público no estará exenta de complicaciones al generarse en un entorno donde los intereses capitalistas tendían a ser los principales impulsores del crecimiento productivo.

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. Si bien los ingenieros civiles surgieron en oposición y contraste con los militares, sus labores no eran totalmente excluyentes, de esta manera, «...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»<sup>31</sup>. Esto dio pie a confusiones, pues muchas veces fueron considerados como profesionales casi iguales.

12

### 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, sería más lenta y conflictiva, aun cuando también se realizaría una renovación educativa. Acorde con los intentos de modernización del Imperio español, para el último cuarto del siglo XVIII se empezó a manifestar también la necesidad de crear instituciones de educación práctica, más allá de los saberes eminentemente teóricos de la Real y Pontificia Universidad. No obstante, en este caso, la creación de las nuevas instituciones estaría marcada por las necesidades prácticas y económicas particulares, 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. Quedaba entonces relegada la creación de

una infraestructura nacional junto con la formación de profesionales capaces de realizarla, por lo que se desarrollaron sólo aquellas obras que servirían 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 propusieron al rey Carlos III la creación de un banco de avíos, de un Tribunal de Minería y de un Colegio o Seminario Metálico.<sup>32</sup> El Tribunal se estableció en 1777, y posteriormente se aprobaron y publicaron sus *Reales Ordenanzas* en 1783, y aun cuando en éstas se establecía la creación de un Seminario o Colegio de Minería, éste no sería inaugurado sino hasta principios de 1792,<sup>33</sup> y se instauraría también un Fondo Dotado de Minería para su mantenimiento con aportaciones del Tribunal. Como su nombre lo indica, el Colegio de Minería estaba enfocado a cuestiones mineras, formaba en un principio solamente peritos facultativos de minas beneficiadores de metales,<sup>34</sup> aunque las mismas necesidades del gremio lo llevaron 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, quienes trabajaban 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.<sup>35</sup>

13

Además del establecimiento de instituciones para el fomento de la minería, pero no completamente separado de este sector, también se planteó la formación de profesionales encargados de la acuñación monetaria, lo que también sería 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 encargaría a Jerónimo Antonio Gil fundar una escuela de grabado para preparar al personal de la Real Casa de Moneda en la Nueva España.<sup>36</sup> Rápidamente comenzaron las clases y, al poco tiempo, se estableció que quien así lo deseara podía asistir a los cursos con lo que aumentaría el número de alumnos. A la sombra de este comienzo, Antonio Gil junto con el superintendente de la Casa de Moneda, José Fernando

Mangino, presentó un proyecto en 1781 para crear una «academia de artes», el cual sería apoyado por el virrey Mayorga e impulsado por las aportaciones públicas y privadas para su sostenimiento, destacando la del Tribunal de Minería con cinco mil pesos anuales y la de Comercio con tres mil, mientras entre los particulares se encontraban a algunos de los más acaudalados mineros.<sup>37</sup> Al año siguiente, se buscó la protección y dotación real, y a fines de 1783 Carlos III estableció oficialmente la Real Academia de las Tres Nobles Artes de Pintura, Escultura y Arquitectura de San Carlos.<sup>38</sup>



Litografía del Palacio de Minería, de Pedro Gualdi, 1841

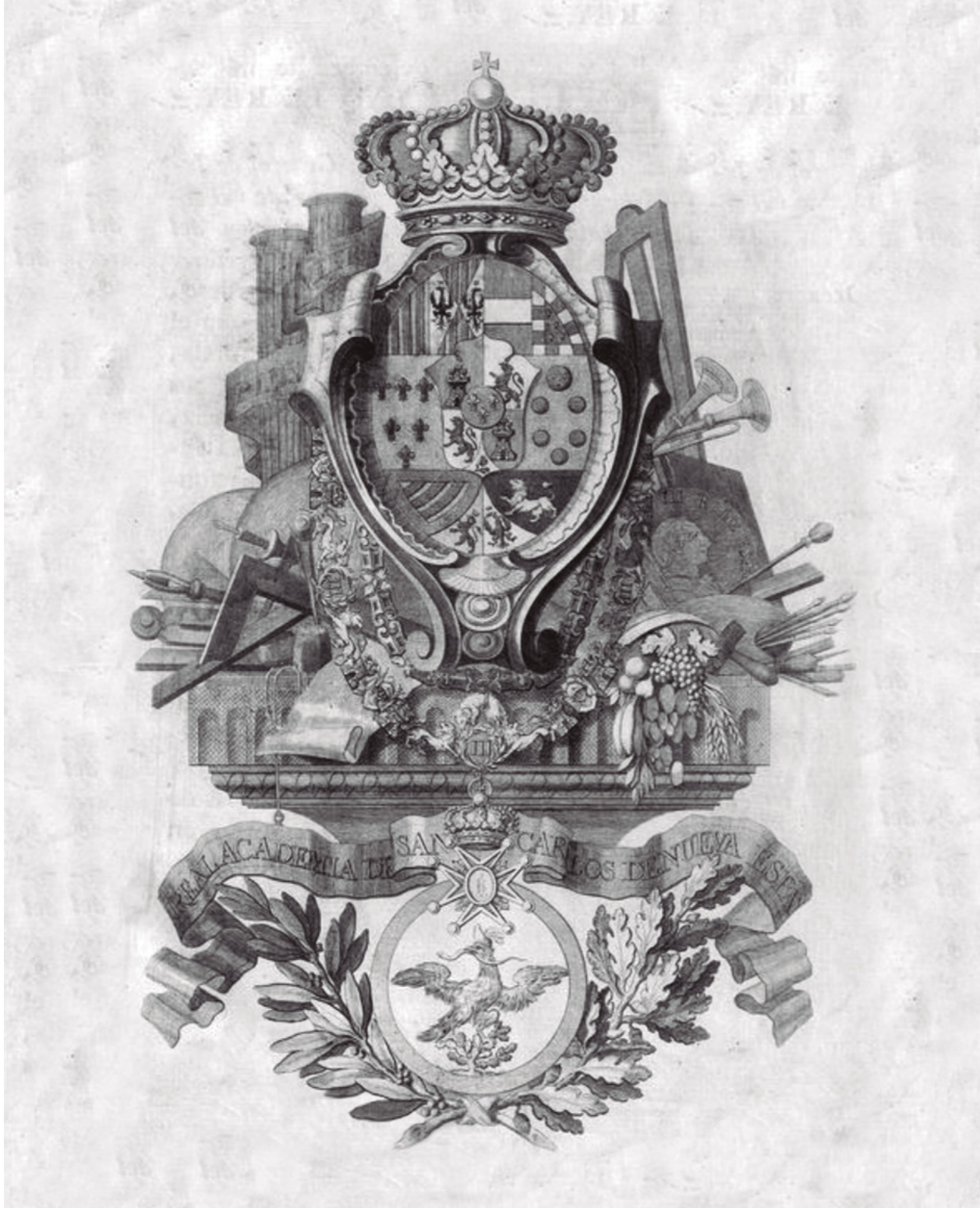
Se tiene noticia de que ya para 1785 el ingeniero militar Miguel Constanzo era profesor de Arquitectura y Geometría con el maestro José Damián Ortiz de Castro como ayudante.<sup>39</sup> Al año siguiente, llegaba de España como director de Arquitectura José Antonio González Velázquez. En 1785 se publicaron los *Estatutos de la Real Academia de San Carlos de Nueva España*

en donde se establecía que debían existir dos directores de Matemáticas y otros dos de Arquitectura, aun cuando usualmente sólo se contaba con uno respectivamente.<sup>40</sup>

Los estatutos ordenaban que aquellos que venían realizando labores arquitectónicas tenían que presentar un proyecto para acreditar sus conocimientos. Si los pretendientes cumplían con todos los requerimientos, serían nombrados «académicos de mérito» de arquitectura, otorgándoseles la libertad de encargarse directamente de las construcciones y pasando a formar parte de la Academia de San Carlos.<sup>41</sup> Aquellos que no alcanzaban la perfección necesaria, pero que mostraban cualidades, eran nombrados «académicos supernumerarios» que con el tiempo y aplicación podían llegar a tener todas las prerrogativas que los académicos de mérito.<sup>42</sup> Para 1788, Esteban González recibía el título académico supernumerario mientras que José Damián Ortiz de Castro era nombrado académico de mérito, mismo título que obtendrían, poco después, Francisco Eduardo Tresguerras y Manuel Tolsá.<sup>43</sup> El número de académicos de mérito aumentó hasta llegar a diez y se mantendría aproximadamente en dicha cifra hasta el inicio de la Independencia cuando comenzaría a descender.<sup>44</sup>



Manuel Tolsá, constructor del Palacio de Minería, de Rafael Ximeno y Planes, MUNAL. 1795



Los arquitectos, pintores y agrimensores que antes quedaban bajo vigilancia de los regidores del Ayuntamiento o de los veedores designados por los diversos gremios pasaron a quedar sujetos a la autoridad y reconocimiento de la Academia.<sup>45</sup> En 1788, se mandó notificar a todos los maestros de obras para que se presentaran en la Academia para ser examinados. Si estos maestros albañiles contaban con los conocimientos prácticos, pero no con los de teoría arquitectónica, se les llegaba a otorgar licencia para ejercer su oficio pero sin ningún título. En el caso de los constructores de provincia, sus precarias condiciones no les permitían concurrir a examinarse a la Capital, por lo cual la Academia optó por una actitud más tolerante con ellos, supervisando solamente los planos de las obras de mayor importancia antes de su construcción en algunas regiones.<sup>46</sup>

No obstante el 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 sugirió la conveniencia de que los alumnos «...además de copiar a Vitruvio y el palacio de Caserta aprendieran la técnica de las monteas, cálculo de arcos y bóvedas, materias de construcción, formación de cimbras, andamios y demás cosas pertenecientes a la práctica»<sup>47</sup>. Tal vez en el intento de desarrollar más las habilidades técnicas y prácticas, además de las cuestiones estéticas, en la misma época la Academia comenzaría a realizar el examen de acreditación como agrimensor. Ya en 1792 se registraría la primera solicitud y se incrementarían los aspirantes en los años siguientes.<sup>48</sup>

Con el movimiento de Independencia, la economía novohispana entró en crisis, no siendo la excepción la minería, lo que repercutía 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 comenzaron a reducirse, y aunque no detuvo totalmente sus actividades, el Colegio entraría en una situación complicada hasta principios de la época independiente.<sup>49</sup> También San Carlos dejó de recibir las aportaciones acostumbradas, pero en este caso los problemas sí lo llevarían a su cierre temporal de 1822 a 1824.<sup>50</sup>

← Escudo de la Real Academia de San Carlos de Nueva España

## 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 cual no fomentaría el desarrollo nacional. Aun así, se dieron los primeros intentos para impulsar y modernizar la economía, junto con los cuales se empezaron a desarrollar propuestas para una reestructuración de la educación, pues se pensaba que ésta podría ser un detonante de aquélla. Sin embargo, en ambos casos no prosperarían los proyectos debido a la inestabilidad política y a los conflictos armados de la época. En la cuestión académica, al cambiar constantemente de régimen el nuevo Gobierno rompía con el anterior e introducía un nuevo programa, lo que dificultaba la continuidad educativa;<sup>51</sup> 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 concluida 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, sería nombrado Diego García Conde como Director General de Ingenieros, quien impulsaría la formación científica y técnica de los ingenieros militares al establecer que sus oficiales y jefes deberían tener «amplios conocimientos de matemáticas puras y aplicadas»<sup>52</sup>. Para proporcionar esta formación, se recurrió a algunos ingenieros militares españoles, así como a profesores y exalumnos del Colegio de Minería.<sup>53</sup>

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... estableciendo colegios de marina, artillería e ingenieros...»<sup>54</sup>. 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 y estaría en riesgo de desaparecer en más de una ocasión.<sup>55</sup> En 1825, la muerte de García Conde provocó incertidumbre acerca del futuro de la Dirección de Ingenieros, la cual quedaría a cargo de Antonio López de Santa Anna.<sup>56</sup> Pero su situación no se consolidaría sino hasta 1827, cuando el general Manuel Gómez Pedraza defendiera 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 la jurisdicción y la misma dirección del Cuerpo de Ingenieros quedó el Colegio Militar, lo que demostraba la importancia que se le otorgaba al Cuerpo. De esta forma, los directores de ambas instituciones serían ingenieros militares y, aun cuando en 1835 el Colegio se independizó del Cuerpo de Ingenieros, sus directores continuarían siendo en la mayoría de los casos ingenieros.<sup>57</sup>

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, los alumnos pasaban a una Escuela de Aplicación donde trabajaban ya en la práctica.<sup>58</sup> Aparte de dirigir las construcciones militares, los ingenieros militares debían supervisar las obras públicas de los respectivos estados donde laboraban.<sup>59</sup> 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, por lo que se impartía una educación deficiente.<sup>60</sup> Aun 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.<sup>61</sup>

## Primeras propuestas de reformas educativas

Tanto la Academia de San Carlos como el Colegio de Minería fueron severamente afectados por el movimiento de Independencia; a la vez, la minería como toda la economía y el gobierno se encontraban muy mermados económicamente, lo cual 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; entre tanto, 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 los estados con la ayuda de particulares, debido a la incapacidad organizativa del gobierno federal, fundaron diversos institutos de ciencias y artes, así como algunas universidades.<sup>62</sup>

Sería el ministro de Relaciones Lucas Alamán<sup>63</sup>, quien en 1830 propusiera un plan de reestructuración educativa centrado en la educación impartida en los diversos colegios, los cuales se especializarían en diferentes áreas, entre ellos el Colegio de Minería destinado a las ciencias físicas. El proyecto de Alamán encontró gran oposición por lo que no fue aprobado, pero con el derrocamiento del presidente Bustamante se plantearían otras opciones educativas.<sup>64</sup>

Con la salida de Bustamante los aires políticos cambiaron, lo que permitió 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 que buscaban 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 establecimientos públicos de enseñanza, así como de sus respectivos fondos<sup>65</sup>, y se instaurarían también seis establecimientos especializados de enseñanza superior.<sup>66</sup>

El Colegio de Minería sería convertido en el Tercer Establecimiento de Estudios Físicos y Matemáticos al cual se le daría un enfoque de ciencias aplicadas en general, y se buscaría 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. Este último estaba habilitado para ejercer la profesión de Agrimensor Geógrafo, mientras que el Ingeniero de Minas estaba aprobado para ejercer todas las demás, incluyendo la Ingeniería Civil.<sup>67</sup> Además, era también la primera vez que carreras desligadas de la milicia se denominaban como «ingenierías».

Así, para fines de 1833 se introdujeron algunas cátedras nuevas como Física, Perspectiva, Cosmografía, Astronomía e Historia natural, la cual abarcaba Zoología y Botánica, pero ninguna ligada a la construcción; sería hasta el 15 de enero de 1834 que se propondrían las clases de Dibujo y Arquitectura.<sup>68</sup> Aun cuando se avanzó en la formación de los planes de estudio de las nuevas carreras, sus planes completos se encontrarán sólo con el *Reglamento General de Instrucción Pública* del 2 de junio de 1834,<sup>69</sup> cuando el siempre versátil Santa Anna ya había cambiado completamente de bando y derogaría las leyes que se habían creado en el último año, con lo cual el Establecimiento de Ciencias Físicas y Matemáticas retornaría a su calidad de Colegio de Minería y prácticamente a su situación anterior,<sup>70</sup> por lo que la introducción de la Ingeniería Civil se detendría por un largo tiempo.

En 1843, bajo el régimen santanista, se realizó una nueva reforma educativa diseñada por Manuel Baranda, es decir, diez años después de la que había pretendido efectuar Luis Mora. Se amplía un poco el espectro educativo del Colegio de Minería, el cual sería llamado Instituto de Ciencias Naturales.<sup>71</sup> Se introduciría la carrera de Geógrafo, se crearía por primera vez la de Naturalista y se establecería el plan de estudios de Agrimensura, pero en esta ocasión no se proponía ofrecer la carrera de Ingeniería Civil, no obstante, se incluían algunas cátedras nuevas, como Geodesia, Geografía, Mecánica aplicada a la minería y Análisis químico.<sup>72</sup>

La carrera de Agrimensor era la más corta porque se cursaba en cuatro años, tres de estudios preparatorios y solamente uno profesional, además de la práctica que se debía realizar bajo la dirección del maestro de matemáticas.<sup>73</sup> 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 tomaban Cosmografía, Geodesia,

Uranografía (astronomía) y Geografía, y en los dos últimos años se debía cumplir con las prácticas, las cuales eran desarrolladas junto con «los ingenieros geógrafos del gobierno»<sup>74</sup>. Se puede apreciar, 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 dejaba de lado la creación de infraestructura que podrían realizar los ingenieros civiles.

Aun cuando la introducción de estas nuevas carreras fue importante, ya que representó el comienzo de la superación de los límites mineros del Colegio de Minería para los que había sido creado, no se debe exagerar su apertura a otras áreas del saber, pues al mismo tiempo se ratificaría su sostenimiento mediante el Fondo Dotal de Minería, así como el más reciente Fondo de Azogues, por lo que el Colegio seguiría dependiendo del gremio.<sup>75</sup> Esto generó que la educación que se impartía siguiera estando enfocada principalmente a cuestiones mineras.<sup>76</sup> No obstante, se incrementaron las discusiones acerca de si era conveniente que el Fondo de Minería pasara a ser parte de la renta nacional y fuera administrado por el gobierno,<sup>77</sup> por lo cual se comenzaron a tener problemas para recabar los fondos de acuerdo al monto y tiempo estipulados.<sup>78</sup> Por otro lado, el concepto de ingeniería poco a poco iría tomando fuerza y sería a partir del plan de 1843 cuando se lograría 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.<sup>79</sup>

En el caso particular de la carrera de Agrimensor, que 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, sería de las primeras en desarrollarse. Como se mencionó, 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 expidió un decreto para conseguir el título de Agrimensor mediante un examen en el que los interesados tenían que aprender los conocimientos por su cuenta ya que no

se ofrecían.<sup>80</sup> Posteriormente, a principios de 1834 se determinó 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 implantó su plan de estudios en la misma escuela,<sup>81</sup> pero estos cambios no prosperarían. Así, aunque había varias instituciones que podían acreditar los conocimientos en Agrimensura y de los intentos para la creación de la carrera, fue hasta 1843 cuando ésta se estableció 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 concedió la administración y recaudación de una lotería, lo que fortalecería notablemente su situación económica.<sup>82</sup> No obstante, lo anterior no repercutiría en un mejoramiento de la carrera de Arquitectura, pues su nivel continuaba sin ser el ideal,<sup>83</sup> por lo que su plan de estudios sería reformado en 1847 con una duración de cuatro años.<sup>84</sup> Se impartían 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 se llevaban otras de tipo más práctico enfocadas a la edificación, como Mecánica de las construcciones y construcción práctica, y Estereotomía,<sup>85</sup> pero éstas eran las únicas materias de tipo más técnico que se cursaban.<sup>86</sup> A pesar de estas modificaciones, la formación de los arquitectos no era la más idónea, además de que no se lograba atraer a demasiados alumnos.

El esfuerzo más importante para introducir la formación de ingenieros enfocados a la construcción en la primera mitad del siglo XIX sería el impulsado por el gobierno afuera de las aulas. A pesar de sus modificaciones reaccionarias de 1834 y de sus vínculos militares, en 1842 Santa Anna creó un cuerpo civil de ingenieros de caminos, puentes y canales. Para poder ser ingeniero ordinario de dicho grupo se debía aprobar un examen sobre temas de aritmética, álgebra, geometría y trigonometría rectilínea (hasta ecuaciones de segundo grado) y principios de dibujo. Se establecía también que este cuerpo civil debía abrir cada año un curso de construcción teórico-práctico, de canales y puertos. Si bien el cuerpo de ingenieros sí se constituyó, se desconoce si realmente se establecieron los cursos anuales. Incluso, posteriormente hay una propuesta para ampliar el cuerpo de ingenieros y para establecer una Escuela

Especial de Caminos en donde no sólo se buscaría formar ingenieros de caminos, sino también «abrir la puerta para los estudios de ingeniero civil», pero al parecer esta iniciativa nunca se llevó a cabo.<sup>87</sup>

### Mexicanos que optan por estudiar en el extranjero

Ante la falta de una educación adecuada enfocada a la construcción y frente a la situación de inestabilidad del país, algunas familias con los recursos suficientes optaron 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. Un pequeño grupo de arquitectos de San Carlos tuvo esta posibilidad, ya que se han encontrado a varios egresados (quienes también habían estudiado en el Colegio Militar) que fueron a Europa a perfeccionar sus conocimientos y lograron trabajar en los talleres de reconocidos arquitectos.<sup>88</sup>

24 Al contrario de los arquitectos, ante la inexistencia de la carrera en el país, los nacionales que deseaban estudiar Ingeniería Civil tuvieron que realizar los estudios completos en el extranjero, quienes, al igual que aquellos, prefirieron dirigirse a Europa más que a Norteamérica. Tal es el caso de Francisco de Garay, nacido en Xalapa en 1823, que a la edad de trece años fue enviado a estudiar a la Escuela de Puentes y Calzadas de Francia donde obtuvo el título de Ingeniero Civil. En ese mismo país se recibió, aunque no como Civil, el ingeniero Santiago Méndez.<sup>89</sup> Otros dos jóvenes también nacidos en Xalapa, Francisco Somera y Juan Manuel Bustillo, familiares entre sí, de igual forma fueron a estudiar Ingeniería Civil a Europa, pero en este caso a España, quienes después de obtener el título continuaron sus estudios en Francia e Inglaterra.<sup>90</sup>

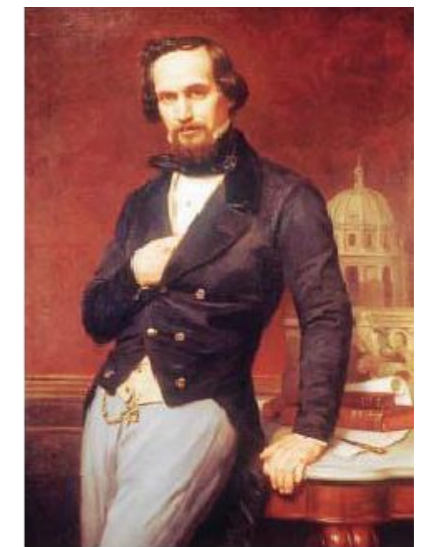
Obviamente estos jóvenes venían de familias de altos ingresos, lo que les permitió realizar sus estudios en el extranjero, por ejemplo, Somera era hijo de un comerciante que había formado parte del consulado de México y posteriormente había invertido en fábricas y en el Hotel Progreso.<sup>91</sup> Es de llamar la atención no sólo que dos de estos primeros ingenieros civiles mexicanos eran

familiares, sino que los tres eran originarios de Xalapa (lugar del cual surgirán posteriormente otros ingenieros), ciudad que se encontraba en una 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 tendrían un desempeño destacado en diversas obras.<sup>92</sup>

Además de estos ingenieros y arquitectos, había otras personas que, sin contar con ninguna de estas formaciones, se dedicaban a la construcción y 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.<sup>93</sup> Por otro lado, sobresalían algunos extranjeros, también muy pocos en número, pero con un desempeño profesional importante, como el arquitecto español Lorenzo de la Hidalga que había estudiado en la Academia de San Fernando en Madrid y que llegó a México en 1838, y el ingeniero o arquitecto francés Enrique Griffon<sup>94</sup> con el que De la Hidalga tendría algunos enfrentamientos en México.



Ingeniero Santiago Méndez



Lorenzo de la Hidalga con cúpula del templo de Santa Teresa, de Pelegrín Clavé, 1851

25

## REFERENCIAS

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 de la Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y la Tecnología*. No. 3.
2. Aun 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 por lo cual compartían muchas veces esos cargos, lo que continuaría aun con las nuevas ordenanzas. *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*, vol. II, tomo II, pp. 161-162.
4. Del significado de lo que se entendía por *veedor*, el *Diccionario de Autoridades* de 1737 dice: «el que está señalado por oficio en las ciudades, y villas, para reconocer si son conformes a ley, u ordenanzas las obras de cualquier Gremio».
5. Aunque también los carpinteros llegaban a participar en labores constructivas. *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*, vol. II, tomo II, p. 169, y tomo III, p. 262.
6. Hay que recordar que legalmente la Nueva España estaba constituida como un reino español más y no como una colonia, aun cuando convencionalmente se le suele denominar así.
7. *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*, vol. II, tomo II. pp. 167-168.
8. Katzman, Israel. *Arquitectura del siglo XIX en México*, p. 54.
9. *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*, vol. II, tomo II, p. 146.
10. Bracamontes, *op. cit.*, p. 172.
11. *Ibidem*, p. 173.
12. Se entiende por *fábrica* en su acepción de «construcción o parte de ella hecha con piedra o ladrillo y argamasa». Real Academia de la Lengua. *Diccionario de la lengua española*, p. 665.
13. Moles Batllell, Alberto *et al.* *La enseñanza de la ingeniería mexicana, 1792-1990*, pp. 84-85.
14. Katzman, Israel, *op. cit.*, pp. 54-55.
15. Sánchez Lamago, Miguel A. *El origen de los ingenieros militares en el mundo y en México*, p. 17.
16. Moles, *op. cit.*, pp. 91, 103 y 105; *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*, vol. II, tomo III, pp. 160 y 298.



17. Arcineaga, Hugo. «Los palacios de Themis», en *Anales del Instituto de Investigaciones Estéticas*, Primavera, año/vol. XXII, núm. 76, pp. 160-161.
18. Moncada Maya, José Omar. «El ingeniero militar Miguel Constanzó en la Real Academia de Bellas Artes de San Carlos de la Nueva España». *Scripta Nova*, Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. Universidad de Barcelona, vol. VII, núm. 136, 1º. de marzo de 2003.
19. *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*, vol. II, tomo II, pp. 139-141.
20. *Ibidem*, pp. 141-142.
21. 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.
22. *Ibidem*, vol. II, tomo III, pp. 299-300.
23. *Idem*.
24. Katzman, *op. cit.*, p. 53.
25. *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*, vol. II, tomo III, pp. 299-301.
26. Esta escuela, junto 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. *Ibid.*, pp. 301-303.
27. Lundgreen, Peter. «Engineering Education in Europe and the USA, 1750-1930: The Rise to Dominance of School Culture and the Engineering Professions», *Annals of Science*, vol. 47, 1990, pp. 33-75.
28. AGN. Fomento, Caminos, vol. 21, f. 270. Como veremos, el caso nacional será más similar al modelo francés o español.
29. De la Torre, Federico. *La ingeniería en Jalisco en el siglo XIX*. Guadalajara, Universidad de Guadalajara, Centro de Enseñanza Técnica Industrial, Colegio de Ingenieros Civiles de Jalisco, A.C., Gobierno del Estado de Jalisco, Secretaría de Desarrollo Urbano, 2010, p. 54.
30. *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*, vol. II, tomo III, pp. 299-301.
31. Katzman, *op. cit.*, p. 53. Por ejemplo, el primer egresado de Ingeniería Civil en México se dedicará principalmente a la construcción de monumentos.
32. 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 esta misma. Lassaga, por su parte, era regidor de la Ciudad de México y juez contador de mineros y albaceazgos. Cfr. *Historia de la arquitectura y el*

- urbanismo mexicanos*, vol. II, tomo III, p. 303; 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*, pp. 13-14; Orozco y Berra, Manuel. *Apuntes para la historia de la geografía en México*, pp. 320 y 326.
33. Díaz y de Ovando, Clementina. *Los veneros de la ciencia mexicana. Crónica del Real Seminario de Minería (1792-1892)*, tomo I, pp. 22-23; *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*, vol. II, tomo III, pp. 303-304.
34. Moles, *op. cit.*, p. 108.
35. 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 del 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)*, pp. 19-62.
36. Garibay, Roberto. *Breve historia de la Academia de San Carlos y de la Escuela Nacional de Artes Plásticas*, p. 5.
37. En ese entonces, eran 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, que 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. El Tribunal de Minería esperaba que la Academia le ayudara a fomentar el dibujo y la arquitectura para sus propios fines. Brown, *La Academia de San Carlos de la Nueva España*, tomo I, pp. 54, 65-66 y 85.
38. El bando que establece la Academia se publica en el Virreinato en 1784. Báez Macías, Eduardo, *Historia de la Escuela Nacional de Bellas Artes (Antigua Academia de San Carlos) 1781-1910*, pp. 24-28.
39. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 149.
40. En 1790, Diego de Guadalajara Tello es nombrado como director de Matemáticas.
41. Además, con el grado de académico de mérito se concedía también título de nobleza con los mismos privilegios que los «hijosdalgo». *Estatutos de la Real Academia de San Carlos de Nueva España. Op. cit.*, Art. 30, párrafo 5º. Imprenta Nueva Mexicana de Felipe Zúñiga y Ontiveros, México, 1785.
42. «Cuando en las obras de los pretendientes no se halle toda la perfección necesaria para conceder a sus autores la graduación de académicos de mérito, y de consiguiente no hayan tenido los votos necesarios para serlo; entonces la

- junta, si por las mismas obras concibiéramos esperanzas de que con el tiempo y aplicación se harán dignos, podrá proceder igualmente por votos secretos a darles el grado de académicos profesores supernumerarios». *Estatutos de la Real Academia de San Carlos de Nueva España*. Art. 28, párrafo 5º.
43. Katzman, *op. cit.*, p. 57.
  44. Rodríguez Morales, Leopoldo Felizondo. *El campo del constructor a través de la certificación y su expresión en la esfera pública. Siglos XVII y XIX, Ciudad de México*. Tesis de doctorado en Historia y Etnohistoria. México, ENAH, 2008, pp. 115-116.
  45. *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*, vol. II, tomo III, p. 171.
  46. Rodríguez Morales, *op. cit.*, pp. 92-94.
  47. Abelardo Carrillo y Gariel, citado en Katzman, *op. cit.*, p. 60.
  48. «Durante el periodo colonial, de acuerdo con los registros disponibles, la Academia aprobó entre 30 y 35 agrimensores.» Brown, *op. cit.*, p.108.
  49. Ramos Lara, *op. cit.*, pp. 22-23.
  50. En 1811 deja de percibir la dotación real, y para 1815 el Tribunal de Minería y el Consulado también suspenden sus aportaciones. Báez Macías, *op. cit.*, pp. 52 y 57.
  51. Se producían 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, pp. 88 y 127.
  52. *Ingeniería Civil Mexicana. Un encuentro con la historia*, p.121.
  53. 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. Después 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*, pp. 120-121; Rivera, Agustín. *Anales mexicanos: la Reforma y el Segundo Imperio*, p. 149.
  54. Art. 50-I. Citado en Talavera, *op. cit.*, p. 63.
  55. *La ingeniería civil mexicana. Un encuentro con la historia*, pp. 120-121.
  56. 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, p. 73.
  57. Flores Bustamante, José Humberto. *Homenaje de la Asociación del Heroico Colegio Militar a los Directores del H. Colegio Militar de México*, pp. 5-6 y 9-11; *La ingeniería civil mexicana. Un encuentro con la historia*, p. 122.

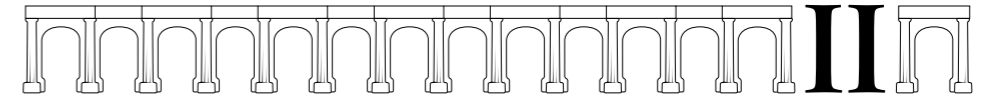
58. Decreto de noviembre de 1833, en Dublán, Manuel y José María Lozano. *Legislación Mexicana*, tomo II, pp. 601-604 y 620-628.
59. Arce Gurza, Francisco *et al.* *Historia de las profesiones en México*, p. 111.
60. Palavicini, Félix F. *México Historia de su evolución constructiva*, tomo II, p. 412.
61. 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 impartió la cátedra de Astronomía y Geodesia en el Colegio Militar. Sánchez Lamego, Miguel A. *Generales de ingenieros del ejército mexicano 1821-1914*.
62. Como en Oaxaca, Chihuahua y Tlalpan en 1827, el instituto de esta última se trasladaría a Toluca en 1830. En Zacatecas se funda una casa de estudios, y en Yucatán (1824) y en Chiapas (1826) se crean universidades. Talavera, *op. cit.*, tomo I, pp. 67-69.
63. Lucas Alamán, egresado del Colegio de Minería, y que también había realizado estudios minero-metalúrgicos en Europa, fue el primer ministro de Relaciones del país de 1823 a 1825, por segunda ocasión de 1830 a 1832, y finalmente en 1853.
64. *Ibidem*, pp. 69-71.
65. Por lo que se tendría que desaparecer el Fondo Dotal de Minería. Decreto de octubre 19 de 1833. Tanto este decreto como los siguientes competen solamente al Distrito Federal y territorios de la Federación. *Ibid.*, pp. 168-171.
66. 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. *Ibid.*, pp. 122-123 y 198.
67. *Ibidem*, pp. 216 y 220.
68. El teniente coronel retirado de ingenieros José María Echandía ganará el concurso para Delineación y arquitectura al arquitecto Manuel Delgado que también había participado. Ramírez, Santiago. *Datos para la historia del Colegio de Minería*, pp. 284-285, 293, 296.
69. La carrera de Ingeniero Civil constaba de dos cursos de Latinitad, 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.

70. 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 mitad del siglo. *Ibid.*, p. 127.
71. Se incorporan 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, pp. 969-970.
72. Ramírez, *op. cit.*, pp. 314-316.
73. Díaz y Ovando, *op. cit.*, tomo II, p. 1285.
74. *Ibidem*, pp. 1285-1286.
75. Tanto el Fondo de Azogues como el de Minería contribuían con veinticinco mil pesos. Talavera, Abraham. *Liberalismo y Educación*, tomo II, p. 79. El Fondo de Azogues fue creado por la ley del 2 de diciembre de 1842. Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo II, p. 1087.
76. 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. Sin embargo, posteriormente volverá a ser motivo de discusión, entre Gabino Barrera y Eduardo Garay en 1872, el 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, pp. 2898-2911.
77. Como ya se había propuesto en las reformas de 1833-1834.
78. Por ejemplo, en 1843 la Junta Administrativa de Minería no quería entregar las prestaciones que le correspondían al Colegio del Fondo de Azogues por lo que tuvo que mediar el gobierno para acordar una reducción de las aportaciones. *Diario Oficial del Supremo Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos*. 23 de abril de 1881, p. 2.
79. Ramos Lara, 1996, *op. cit.*, pp. 67, 68, 168 y 188.
80. La medida continuó aún con la creación del Instituto del Estado de Jalisco en 1828, el cual sería posteriormente el encargado de examinar a los pretendientes a agrimensores y de expedir el título. Staples, *op. cit.*, p. 117.
81. Decreto del 20 de enero de 1834. Ramírez, *op. cit.*, p. 294; Reglamento de Instrucción Pública del 2 de junio de 1834. Talavera, *op. cit.*, tomo I, p. 216.
82. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 10279.
83. 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.

84. Katzman, *op. cit.*, p. 61.
85. La estereotomía trataba de las técnicas para cortar madera y piedras ocupadas en las construcciones.
86. Álvarez, Manuel Francisco. *El Dr. Cavallari y la carrera de ingeniero civil en México*, 1906, pp. 6-7.
87. *El Siglo Diez y Nueve* del 30 de septiembre de 1842. AGN. Fomento, Caminos, vol. 21, fs. 8-11.
88. 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, trabajaron en el taller de Antonio Cippolla donde también fue enviado Ramón Rodríguez Arangoity, quien después trabajó en París en una fábrica de productos metálicos como diseñador y dibujante. Álvarez, 1906, 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.
89. 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*, p. 34.
90. Álvarez, 1906, *op. cit.*, pp. 121-124.
91. 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*, pp. 189-191. Por su parte, Santiago Méndez era hijo del gobernador de Yucatán. Bonilla, *op. cit.*, p. 33.
92. Álvarez, 1906, *op. cit.*, pp. 121-125.
93. Katzman, *op. cit.*, p. 379.
94. Katzman sostiene que era arquitecto, en cambio, Álvarez afirma que en realidad era ingeniero. Katzman, *op. cit.*, p. 358; Álvarez, *op. cit.*, p. 81.



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



### 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

35

Para mediados del siglo XIX, las enormes carencias materiales y la falta de integración del país, 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 se requerían para un óptimo aprovechamiento de sus recursos. En este contexto, surgirían diversos comentarios en el sentido de que los profesionales idóneos para encabezar estos trabajos podrían ser los ingenieros civiles, por lo que se empezó a plantear la urgencia de su formación.

En 1848 se suprimió el Cuerpo de Ingenieros y se creó en su lugar la Dirección General de Caminos y la Dirección del Desagüe de Huehuetoca. Con este decreto se suprimió la plaza de arquitecto de la ciudad, ya que la Dirección del Desagüe pasó a ocuparse de las obras públicas de la ciudad y Valle de México.<sup>1</sup>

← Fachada del Palacio de Minería a mediados de siglo, de Casimiro Castro

Aun cuando se estipulaba que la Dirección de Caminos continuaba con la obligación de cubrir cada año el curso para la formación de ingenieros, se desconoce si se impartía realmente, en todo caso, al parecer su desempeño no fue el esperado, pues las propuestas para la introducción de estudios de ingeniería civil cobrarían mayor fuerza.

A pesar de competir para la dirección de Huehuetoca, el ingeniero civil Francisco de Garay, al comparar la situación nacional con la de otros países sostenía:

«En vano entre nosotros se formarán cuerpos de ingenieros por medio de decretos; los ingenieros nos faltan, pues en nuestro desgraciado país no hay ni la industria ni el comercio de la Inglaterra y de los Estados Unidos, para que un número aunque poco considerable de individuos pueda dedicarse a la vida del Ingeniero y subsistir como tal. Por otro lado, no tenemos tampoco ni las escuelas ni los profesores necesarios para formarlos».

36

Garay planteaba una solución que dejaba ver su formación francesa, pues proponía establecer una escuela politécnica, pero no en México sino en París, desde preparatoria hasta cursos de posgraduados, la cual estuviera abierta para todos los hispanoamericanos («formando así un nudo indisoluble entre los hombres que después tal vez designian [*sic*] los destinos de sus respectivos países»). Con los ingenieros egresados se podría formar aquí una escuela y «un cuerpo de ingenieros nacionales dotados de toda la ciencia necesaria».<sup>2</sup> Como otras, esta propuesta no tuvo mayores repercusiones, pero resulta interesante su apreciación de que no había un campo laboral para los ingenieros por lo que la formación de éstos debía ser impulsada por el gobierno.

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...»<sup>3</sup>

A la vez, Castillo 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.»<sup>4</sup>

Y se preguntaba qué era lo que faltaba entonces para desarrollar estos recursos a través de las nuevas tecnologías, a lo que daba inmediatamente la siguiente 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.»<sup>5</sup>

37

Los anteriores son extractos de la justificación del proyecto de ley presentado al Congreso en marzo de 1851 por del Castillo, quien en ese momento fungía como diputado y pretendía reformar el Colegio de Minería, para lo cual propuso que además de la carrera de Ingeniero de Minas se impartiera 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.<sup>6</sup> Así pues, el alumno tendría la posibilidad de escoger la que más le conviniera, ya que éstas obviamente serían más cortas y específicas.<sup>7</sup>

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; por lo que, propuso dos cátedras nuevas: la de Mecánica aplicada al establecimiento y construcción de máquinas, y un curso de Construcción, además de dos auxiliares, Geometría descriptiva aplicada y Derecho administrativo.<sup>8</sup> Es decir, solamente con cuatro nuevas clases proponía formar el plan de estudios de la nueva carrera, donde sólo con el curso de Construcción 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 Antonio 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?»<sup>9</sup>

38

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 realizaran sus prácticas no sólo los ingenieros de minas sino también los civiles,<sup>10</sup> lo que nuevamente sería criticado por *El Universal* que cuestionaría el sentido de mandar a éstos a practicar a un mineral.<sup>11</sup>

Para mayo, la Comisión de Instrucción Pública de la Cámara de Diputados presentaba un dictamen sobre la propuesta de reforma del Colegio de Minería que retomaba las líneas principales de Antonio del Castillo, donde dice 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...»<sup>12</sup>. Por lo tanto, se apoyaría la creación de la carrera, pero resaltando que por el momento las posibilidades sólo permitían realizar algunas modificaciones a la enseñanza del Colegio para buscar introducir la Ingeniería Civil, la cual tendría una duración de cinco años y comprendería los estudios que realizaba el

Ingeniero Geógrafo más los cursos de Mecánica aplicada al establecimiento y construcción de máquinas<sup>13</sup> y el de Construcciones, que abarcaría navegación, caminos y trabajos marítimos.<sup>14</sup>

En el mismo proyecto, Antonio del Castillo planteaba la desaparición de la Junta de Fomento y Administrativa de Minería para proponer 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,<sup>15</sup> quienes serían los que manejarían en adelante los fondos de minas destinados a esa escuela. 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, en especial, acerca de los fondos de minería,<sup>16</sup> por lo que en noviembre de 1850 se decreta, después de agrias discusiones, su incorporación a las rentas de la Federación a partir de una iniciativa del ministro de Hacienda Manuel Payno.<sup>17</sup> Esta cuestión volvería a aparecer con la propuesta de del Castillo, por lo que la Comisión Especial del Congreso sostendría 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»<sup>18</sup>. Por consiguiente, la Comisión presentó 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 y dejaba, 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 éstos fueron algunas de las causas que impidieron que las reformas prosperaran ya que, aun cuando la Comisión presentó una propuesta de proyecto de ley, las sesiones ordinarias del Congreso



Ingeniero Antonio del Castillo

39

concluyeron sin que hubiera podido ser discutida y en su caso aprobada.<sup>19</sup> Además, colaboraron 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»<sup>20</sup>, a la vez tuvo que hacer frente a una fuerte oposición, la cual lo llevaría finalmente a su renuncia. Asumiría entonces 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 de regreso al poder a Santa Anna, traído por los conservadores.<sup>21</sup>

Al retomar la presidencia, Santa Anna ratificó al general José María Tornel al frente del Colegio de Minería (nombrado también ministro de Guerra), crearía poco después el Ministerio de Fomento, y designaría para dirigirlo a Joaquín Velázquez de León.<sup>22</sup> No obstante que se dejó de lado, en un principio, la reforma general del Colegio de Minería, se retomaría la idea de la creación de una Escuela Práctica de Minas, la cual quedaría establecida en Fresnillo el 30 de julio de 1853.<sup>23</sup> Para septiembre, fallecía Tornel y se designaba para sustituirlo como director del Colegio a Velázquez de León, y como secretario a Antonio del Castillo, quien a principios del siguiente año sería enviado como profesor a la Escuela Práctica de Minas.<sup>24</sup>

### En busca de una redefinición del Colegio de Minería

De manera general, los liberales impulsaban reformas con el propósito de quitarles poder a las corporaciones, principalmente a la Iglesia y al Ejército, pero también a los gremios, medidas que fueron desechadas al regresar los conservadores al poder. Este conflicto entre conservadores y liberales también se reflejaba en el Colegio de Minería y en el gremio minero al realizarse 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 a quien competían sus asuntos, las cuales serían derogadas continuamente.

Si bien con el nuevo gobierno santanista rápidamente fue 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 provocó que se generaran varias leyes contradictorias y se presentaran también problemas para integrar los fondos. Esto llevó a que se abrieran discusiones acerca del Fondo, y se acordara el pago de 65 000 pesos anuales para el Colegio de Minería. Finalmente, en 1854 con la *Ley para el Arreglo de los Negocios de Minería* se reestructuró el Tribunal de Minería, y se dio una mayor integración entre éste y el Colegio, al ser nombrados tres de los nueve consultores que lo formaban por los profesores del Colegio (y de la Escuela Práctica), a la vez que el director sería el mismo para ambas instituciones.<sup>25</sup>

De esta forma, el gobierno conservador realizó algunas reformas, aunque más moderadas que las planteadas por Antonio del Castillo. No obstante que el Colegio de Minería siguió estando principalmente enfocado a la minería, se le buscaría dar más fuerza en la toma de decisiones a partir de la incorporación de sus catedráticos en el Tribunal de Minería.<sup>26</sup> Poco después, de la mano de Joaquín Velázquez de León se estableció que el Colegio de Minería, junto con otras escuelas, pasara a depender del Ministerio de Fomento y se impartieran 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.<sup>27</sup>

Sin embargo, la última presidencia de Santa Anna no duraría mucho tiempo, pues el movimiento surgido del Plan de Ayutla lo orillarían a dejar el país en agosto de 1855, por lo que poco después Velázquez de León renunciaba como director del Colegio de Minería y era nombrado para sustituirlo el abogado Luis de la Rosa<sup>28</sup>, a quien se le encargaría 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 dispuso que jueces del fuero común conocieran de los negocios de minería que antes eran de la competencia de las Diputaciones territoriales de minería;<sup>29</sup> sin embargo, ya sea por la incapacidad de los juzgados o por presiones del gremio, a principios de 1856, el recién designado presidente Comonfort restablecería las Diputaciones de Minería, pero sólo en materias económico administrativas, mientras que los tribunales se encargarían de lo judicial.<sup>30</sup>

Los ires y venires del Colegio de Minería continuarían con los cambios de gobierno. En noviembre de 1856, ante la muerte del director de la Rosa,

se nombró al ingeniero Blas Balcárcel<sup>31</sup>; pero en 1858, al retomar los conservadores el poder, Velázquez de León sería llamado de nuevo para dirigir el establecimiento. A fines de ese año, se realizaron algunos cambios en las carreras que serían impartidas en la escuela: Ingeniero de Minas, Beneficiador de Metales, Ensayador Apartador, Ingeniero Topógrafo o Agrimensor e Ingeniero Geógrafo. Como se aprecia, aun cuando no se introdujo la carrera de Ingeniero Civil, el concepto de ingeniero iría cobrando fuerza, pues después de consolidarse en 1843 con la carrera de Ingeniero de Minas, se habría de encontrar, aparte de ésta, en otras dos para los programas de 1858.<sup>32</sup> Si bien la situación de los fondos se restituyó a la que se había implantado con Santa Anna, las dificultades para su cobro aumentaron, por lo que incluso Velázquez de León escribiría una carta al presidente Miramón haciéndole ver las arbitrariedades en el mismo y el estado de penuria de la escuela por falta de recursos.<sup>33</sup>

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 propuso incorporarla en la Escuela de Agricultura, en este caso, llamada Ingeniería de Puentes y Calzadas. En 1856 Comonfort decretó su establecimiento junto con la de Ingeniero Mecánico y la de Topógrafo o Agrimensor, pero estas medidas no tendrían mayor repercusión.<sup>34</sup>

Por su parte, dentro del proceso de consolidación de la carrera de Agrimensor para 1856, en un decreto expedido por Ignacio Comonfort<sup>35</sup> se autorizaba, además del Colegio de Minería y de la Academia de San Carlos para expedir dicho título a la Escuela de Agricultura, y se homologaban en todos los casos los conocimientos requeridos.<sup>36</sup> 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 constaba el examen eran 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.<sup>37</sup>

### 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 una lotería y del nuevo plan de Arquitectura de 1847, la situación de la carrera no era la óptima, por lo que el destacado arquitecto español Lorenzo de la Hidalga se quejaba del atraso que advertía en ésta; posteriormente, Manuel Francisco Álvarez comentaría que la enseñanza era deficiente, en particular criticaría que la enseñanza técnica no era la adecuada.<sup>38</sup> Para 1856, la Academia reportaba sólo como arquitectos de mérito a doce personas (cuatro de los cuales eran a la vez agrimensores), además de cinco «arquitectos sin título de académicos»<sup>39</sup>, al parecer equivalentes a los anteriormente denominados académicos supernumerarios. El número de arquitectos era similar al que se tenía a fines del siglo XVIII, por lo que no eran suficientes para intentar la modernización del país.

La Academia también participaba de la inquietud por ofrecer una formación más técnica enfocada a la construcción; por lo tanto, además de empezar los trabajos para renovar la carrera de Arquitectura, no sólo continuaría realizando el examen para Maestro de Obras, sino que se empezaría a mostrar el interés por integrar sus estudios en una carrera más corta.<sup>40</sup>

Al mismo tiempo se buscaba perfeccionar la enseñanza de la arquitectura trayendo a un arquitecto con la formación completa que se daba en Europa;<sup>41</sup> para ello, la Junta Directiva de la Academia acordaría en su sesión del 12 de febrero de 1851 buscar un director de arquitectura en París, de preferencia uno de mérito que no fuera francés, y que en caso de no encontrarse uno en Francia se encargara al ministro Manuel Larráinzar el buscar uno en Italia.<sup>42</sup> Además de los estudios propiamente arquitectónicos, en la Academia se advertía la necesidad de ofrecer conocimientos más técnicos y modernos, por tal motivo se pensó en introducir también la carrera de Ingeniería Civil. Para abril de 1853, se discutían ya los planes de estudios y qué conocimientos deberían tener arquitectos e ingenieros, por lo cual se propone que las materias fueran comunes los primeros cuatro años y que se diferenciaran a partir del quinto.<sup>43</sup> 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», el cual se deseaba contratar en Europa al no existir en el país quien conjuntara los conocimientos arquitectónicos con los de ingeniería civil.<sup>44</sup>

Pese a 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, escribiría al de Relaciones insistiendo en el establecimiento de la carrera y 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 de San Carlos, para que se establezcan en ella las cátedras que faltan para completar la instrucción que requiere esa carrera...»<sup>45</sup>

44

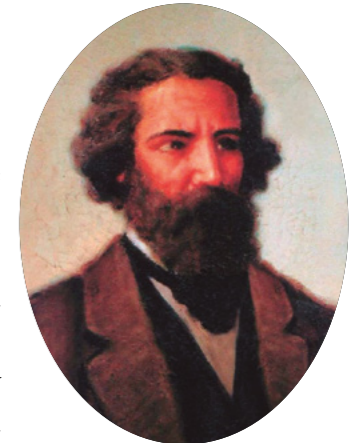
Consecuentemente, la Secretaría de Relaciones remitiría también un escrito a la Academia en el mismo sentido.<sup>46</sup> Para este momento, ya Manuel Larráinzar estaba buscando en Europa arquitectos que fueran a la vez ingenieros, pero expresaba la dificultad para contratar alguno que quisiera venir a México, pues los pocos que había ya estaban bien establecidos,<sup>47</sup> por lo que se decía que solamente un mediocre preferiría desprenderse de su clientela.<sup>48</sup> No obstante las complicaciones, Larráinzar 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.<sup>49</sup>

Aun 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 en los que se amplía la duración de los estudios de Arquitectura;<sup>50</sup> 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.»<sup>51</sup>

Efectivamente, cumpliendo con las esperanzas de Larráinzar y de la Academia, Cavallari aceptó venir como director de arquitectura, quien arribó a México para fines de 1856.<sup>52</sup> El nuevo director retomó el trabajo que ya se venía realizando en la Academia, modificó el plan de estudios de Arquitectura y lo aumentó 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 propuso, en un principio, crear la carrera de Ingeniería Civil con una duración de siete años, en los dos casos se incluían 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 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.<sup>53</sup>

Tal vez por la semejanza entre los planes de estudios fue que se decidió, en vez de establecer dos carreras separadas, fusionarlas, por lo que el 14 de febrero de 1857 se expediría el plan de estudios para la carrera de Ingeniero Arquitecto, la cual tendría una duración de siete años con los estudios preparatorios.<sup>54</sup> Aun así, se seguía con la idea de establecer la Ingeniería Civil de manera independiente, por lo que el 22 de mayo al presidente Comonfort



Arquitecto Javier Cavallari

45

aprobó el plan de estudios creado por la Junta de la Academia,<sup>55</sup> pero al caer su gobierno a principios de 1858 y tomar el poder el general Félix Zuloaga, éste establecería solamente la carrera de Arquitecto e Ingeniero Civil.<sup>56</sup>



46

Fachada de la Academia de San Carlos, diseñada por Javier Cavallari

### Desempeño de la carrera de Ingeniero Arquitecto

Si bien no se logró establecer la carrera de Ingeniero Civil, la de Ingeniero Arquitecto sería un paso muy importante. Manuel Francisco Álvarez ya había advertido que el nombre correcto debería ser «Arquitecto e Ingeniero Civil», como algunas veces se le solía llamar.<sup>57</sup> Él, como otros, ha resaltado 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.<sup>58</sup> 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».<sup>59</sup>

Con la integración de la arquitectura y la ingeniería, se crearon algunas materias más técnicas como Topografía, Elementos de geología y Mineralogía con aplicación especial a los materiales de construcción, Geodesia, Química inorgánica, Dibujo de máquinas y Estática de las construcciones. Se impartieron 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 creó 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 introdujeron 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,<sup>60</sup> lo que dejaba ver el enfoque moderno de la nueva carrera.

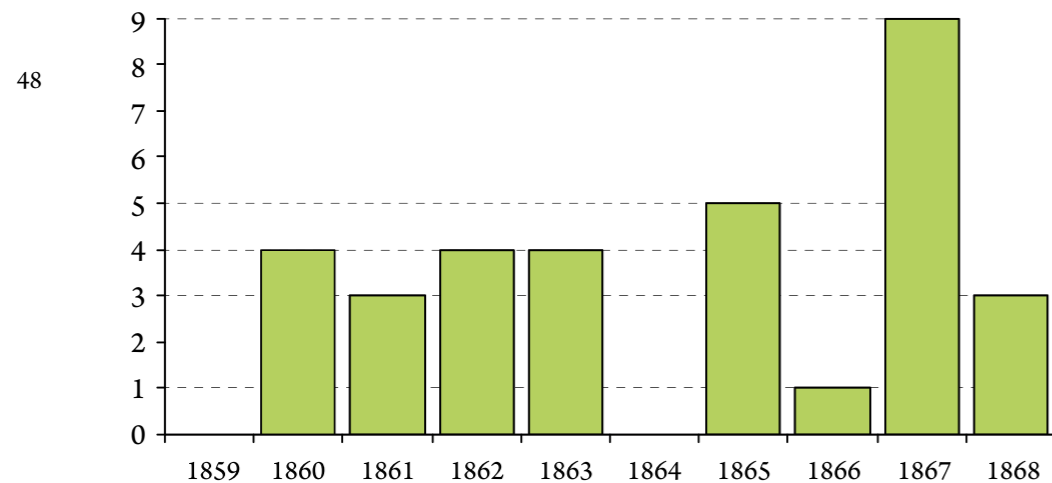
Los cursos no solamente se impartían en las instalaciones de la Academia, sino que las materias de Física y Química se daban en la Escuela de Medicina, mientras que las de Geología y Mineralogía eran tomadas en el Colegio de Minería.<sup>61</sup> Se ofrecía una formación muy rica y diversa comparada con la división de la enseñanza de ese tiempo, ya que iba más allá de lo que cada institución por separado podía ofrecer.

47

Aun 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 serían los primeros en graduarse con el nuevo plan al cursar las nuevas materias que se solicitaban. En 1860 los primeros cuatro ingenieros arquitectos que se titularon fueron: Eleuterio Méndez<sup>62</sup>, Francisco P. Vera, Manuel María Ocaranza y Felipe de J. Briseño.<sup>63</sup>

No obstante que en 1861 se decretó una nueva *Ley sobre Instrucción Pública*, las carreras de Ingeniero Arquitecto y de Agrimensor continuaron en la ahora denominada Escuela de Bellas Artes.<sup>64</sup> 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. Entre la llegada

del ejército franco-mexicano y el establecimiento del gobierno, las actividades en la Academia no fueron regulares, lo que explicaría porqué no hubo egresados en 1864.<sup>65</sup> Ya establecido el gobierno de Maximiliano, el 23 de noviembre de 1864 el ministro de Fomento, Luis Robles Pezuela, le enviaba una carta al director de la ahora denominada Academia Imperial de San Carlos para que, junto con la Junta y los profesores, aprobara los planes de estudios.<sup>66</sup> A fines de ese año, se publicarían 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, aun cuando se seguían realizando prácticas.<sup>67</sup>



Gráfica 1. Número de egresados de Arquitectura e Ingeniería Civil  
 Datos obtenidos de Álvarez, 1906, y del Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exps. 5791, 5792, 5793, 6935 y 6973.

Es decir, en San Carlos los estudios de Ingeniero Civil y Arquitecto prácticamente continuaron como habían sido introducidos en 1857, por lo que los alumnos pudieron seguir con sus estudios y de hecho se graduó un buen número de ingenieros arquitectos durante el Segundo Imperio.<sup>68</sup> Al finalizar este régimen, y ante la inminente reforma educativa que llevaría a la separación de ambas profesiones, se tomaron varias medidas para que los alumnos pudieran titularse rápidamente, dispensando a unos de los exámenes profesionales,<sup>69</sup> a algunos de las prácticas,<sup>70</sup> mientras que a otros se les realizó el examen profesional aun sin efectuar sus prácticas, las cuales cubrirían hasta el siguiente año en los ferrocarriles de Veracruz y Chalco para recibir posteriormente su título.<sup>71</sup>

De esta forma, en 1867 se encontraría el mayor número de egresados como ingenieros civiles y arquitectos con nueve, y al año siguiente concluirían sus trámites otros tres.<sup>72</sup> 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 solamente 17 arquitectos titulados (entre los que eran académicos de mérito y los que no lo eran), con el nuevo plan se titularon 33 ingenieros arquitectos hasta 1868.<sup>73</sup>

49

Junto con el establecimiento de la carrera de Ingeniero Arquitecto, las reformas en San Carlos repercutieron también en la carrera de Maestro de Obras y en la de Agrimensor, al establecerse de manera formal su plan de estudios. Los maestros de obras debían acreditar por medio de un examen que estaban 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 empleaban ordinariamente en las construcciones. Debían, además, haber practicado durante tres años al lado de un maestro de obras o un arquitecto titulado.<sup>74</sup> Con la Intervención Francesa se establecía que la carrera de Maestro de Obras tendría una duración de tres años, de los cuales el más importante era el último donde se veía Construcción práctica.<sup>75</sup>

Como ya se explicó, la carrera de Agrimensor se podía acreditar en varias escuelas, pero ahora, además de impartirse en el Colegio de Minería, se introducía su plan de estudios en San Carlos en donde los cursos que se requerían quedaban comprendidos dentro de la carrera de Ingeniero Arquitecto; por lo tanto, con la aprobación de algunas materias de ésta, el alumno se podía graduar de Agrimensor si realizaba las prácticas que exigía la ley y presentaba el examen respectivo.<sup>76</sup>

### Intento de reforma del Colegio Imperial de Minas

Recién triunfantes los liberales en la Guerra de los Tres años, sería removido Joaquín Velázquez de León de la dirección del Colegio de Minería y se designaría en su lugar a Blas Balcárcel a principios de 1861. Enseguida se previno a los gobernadores de expedir el cobro del derecho de minería para no entorpecer la enseñanza en el Colegio y se decretó la extinción del Fondo de Minería, el cual sería entonces administrado y financiado por el Estado.<sup>77</sup> Poco después, se realizó una reforma educativa mediante una nueva Ley de Instrucción Pública con la cual serían 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 en las cuales quedaban separados los estudios preparatorios de los superiores; en la Escuela Especial de Minas se impartirían las carreras de Minero, Beneficiador de Metales, Ensayador y Topógrafo.<sup>78</sup>

Posteriormente, con el Segundo Imperio, aun 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 tan marcada como pudiera pensarse.<sup>79</sup> 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), para exponerle su idea de transformarlo en Escuela Politécnica, en la que se impartirían las carreras de Ingeniero Civil, Ingeniero Mecánico e Ingeniero Topógrafo.<sup>80</sup>

Velázquez de León no estaba de acuerdo con el giro que se le intentaba dar al Colegio de Minería por lo que renunció 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.<sup>81</sup> A pesar de su actitud, los cambios avanzarían lentamente (tal vez para evitar más inconformidad de los mineros), pues al expedir los planes para 1865 el Colegio sería llamado Escuela Imperial de Minas sin mencionar nada de «politécnico» ni tampoco de las nuevas carreras, si bien el programa de estudios sufrió varias modificaciones al introducir algunas materias como Mecánica racional e industrial y Física experimental. Para el caso de las materias que se pudieran vincular con la formación de ingenieros civiles en particular, solamente se introdujo una cátedra de Principios de construcción.<sup>82</sup>



Comisión que ofreció la Corona a Maximiliano en la cual se encontraba Joaquín Velázquez de León

A lo largo de 1865 se propusieron nuevamente reformas educativas; para el 10 de abril sería creado el Ministerio de Instrucción Pública y Cultos, y se nombraría para dirigirlo a Manuel Siliceo. Diversas escuelas, entre ellas la Escuela Imperial de Minas y la Academia Imperial de San Carlos, pasarían a depender de este Ministerio.<sup>83</sup> Poco después, el 11 de junio, Maximiliano le escribía a Siliceo recomendándole el establecimiento de escuelas especiales para los estudios superiores y profesionales.<sup>84</sup> 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 el cual se dividía la educación superior en dos: los estudios literarios y los estudios profesionales que conducían a una carrera práctica. Estos últimos contarían en un principio con tres escuelas: la militar, la de minas y la politécnica. En esta tercera escuela se formarían ingenieros mecánicos, topógrafos y civiles, entre tanto se establecieran otras escuelas especiales.<sup>85</sup>

Sin embargo, 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, sólo se buscaba crear ésta al mismo tiempo que permanecía aquélla, las cuales compartirían el mismo espacio y las mismas cátedras; pero más importante que eso, se le quitaba al gremio minero la tutela de la escuela.<sup>86</sup> A pesar de la nueva Ley de instrucción, al parecer, no se realizaron mayores cambios en los planes de estudio, ni tampoco una mayor conformación de las nuevas ingenierías, más que las materias que se habían introducido para 1865.

Así, aunque durante el Segundo Imperio se comenzó a impulsar una reestructuración educativa global de la educación superior, y se buscó introducir la ingeniería civil y la mecánica con la incorporación de algunas cátedras nuevas a la Escuela Imperial de Minas, de las cuales no se tienen datos de que realmente se llegaron a impartir, y aun 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, ya que en 1862 se había inscrito solamente un nuevo alumno, de manera general se observó una sensible baja en el número total de alumnos inscritos, que pasaron de 73 en ese año a solamente 11 en 1863.<sup>87</sup> En las listas de primer ingreso tampoco se encontraban alumnos para 1864, lo que podría deberse a la suspensión de clases mientras se reestructuraba el plan de estudios,<sup>88</sup> pues a partir de 1865 volvieron a ingresar, aunque a cuentagotas,

uno en ese año, dos para 1866 y cuatro para 1867.<sup>89</sup> De esta forma, si bien 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 cual permitiría 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.

## 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 y se restituyó a Blas Balcárcel como director. Los profesores que habían sido introducidos durante la Intervención fueron separados de 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,<sup>90</sup> y se ordenó que los ingenieros y demás egresados del Colegio durante el Imperio debían revalidar sus títulos.<sup>91</sup> A la vez, se comenzó a trabajar en la elaboración de un nuevo plan de estudios,<sup>92</sup> con el fin de reformar no sólo al Colegio de Minería sino a toda la educación desde la primaria hasta la superior; el esfuerzo fue notable, pues para el 2 de diciembre ya estaban 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. Además de lo anterior, de manera general las instituciones de educación superior fueron reestructuradas, se incorporaron nuevas carreras y se modificaron los planes de estudio de las ya existentes.<sup>93</sup>

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.»<sup>94</sup>

Situación que sería compartida por las demás escuelas y que, de hecho, representó 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 dio un enfoque específico para que en conjunto logaran abarcar los diferentes campos del saber.

El Colegio de Minería fue transformado en Escuela de Ingenieros, superando por fin su carácter meramente minero, pues en ella, además de ingenieros de minas, se formarían ingenieros topógrafos e hidromensores, ingenieros geógrafos e hidrógrafos, se introdujo por primera vez la carrera Ingeniería Civil, así como de igual forma, 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 desaparecería de sus planes de estudio. Al mismo tiempo, se suprimió una vez más el Fondo Dotal de Minería, pero esta vez de manera permanente, por lo que el gobierno asumió la responsabilidad del mantenimiento de la Escuela.<sup>95</sup>

Así, con estas reformas se introduce por primera vez con éxito la carrera de Ingeniería Civil y se separa de la de Arquitectura, aquella sería dada en la Escuela de Ingenieros y la segunda permanecería en San Carlos, ahora renombrada como Escuela Nacional de Bellas Artes.<sup>96</sup> 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.<sup>97</sup>

En un principio en la Escuela de Ingenieros se trató de establecer una especialización que separara 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».<sup>98</sup> Pero esta separación se llevó a los extremos, pues se puede decir que no compartían ninguna cátedra y en los casos en que lo hicieron, éstas no eran completamente iguales; así, la clase de Topografía no fue la misma para mineros, topógrafos o geógrafos, mientras que los civiles ni siquiera la llevaban (como tampoco la de Geología), y la otra materia que se encontraría en varias carreras, la de Mecánica sería especial, ya fuera para civiles, mineros o mecánicos. Ni siquiera las carreras de Ingeniero Civil, Topógrafo o Geógrafo, que podríamos considerar más cercanas, compartían alguna materia, estando las materias específicas de Ingeniería Civil más enfocadas a la infraestructura.<sup>99</sup>

Los nuevos planes no dejaron de levantar polémica por lo que desde su publicación se propusieron algunas modificaciones,<sup>100</sup> quizá por eso al redactarse el *Reglamento de la Ley Orgánica de Instrucción Pública* a principios de 1868 ya se encontraban algunos cambios importantes. Para el caso de la Escuela de Ingenieros aparecía incorporado lo que se podría llamar «un tronco común» para todas las carreras, que comprendía las llamadas matemáticas superiores.<sup>101</sup> Topografía se incorporó a Ingeniería Civil, así como el Dibujo topográfico que compartían topógrafos, geógrafos y, en parte, mineros. Los tres primeros llevaban Hidráulica; Mecánica analítica era común para topógrafos y geógrafos; mientras que Mecánica analítica y aplicada lo sería para mecánicos, mineros, civiles y beneficiadores de metales. También se introdujeron 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 que deban establecer las obras, aun cuando esta última no logró consolidarse.<sup>102</sup>

La duración de la carrera de Ingeniería Civil era de cuatro años, además de otros cuatro anteriores preparatorios más las prácticas, las cuales podían los alumnos hacerlas en las obras 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 estuvieran construyendo vías férreas a recibir a los alumnos de ingeniería civil para realizar sus prácticas.<sup>103</sup> A pesar de lo anterior, muchas

veces los alumnos no contaban con todas las facilidades por parte de las empresas ferrocarrileras para realizar sus prácticas.

Para las nuevas cátedras se introdujeron nuevos maestros, así la de Puentes, canales y obras en los puertos sería 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.<sup>104</sup> El arquitecto (titulado en 1855) Ventura Alcérreca daría Teoría y práctica de dibujos geográficos y topográficos, mientras que el general de ingenieros Francisco Chavero estaría encargado de la clase de Estereotomía y Carpintería de edificios.<sup>105</sup>

Poco después, buscando perfeccionar las innovaciones realizadas en 1867 y 1868, para mayo de 1869 se expidió una nueva *Ley de Instrucción Pública* con la cual se consolidaba 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. Volvieron a englobarse unas carreras dentro de otras, así el primer año era 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. Si bien no se mencionaban las prácticas,

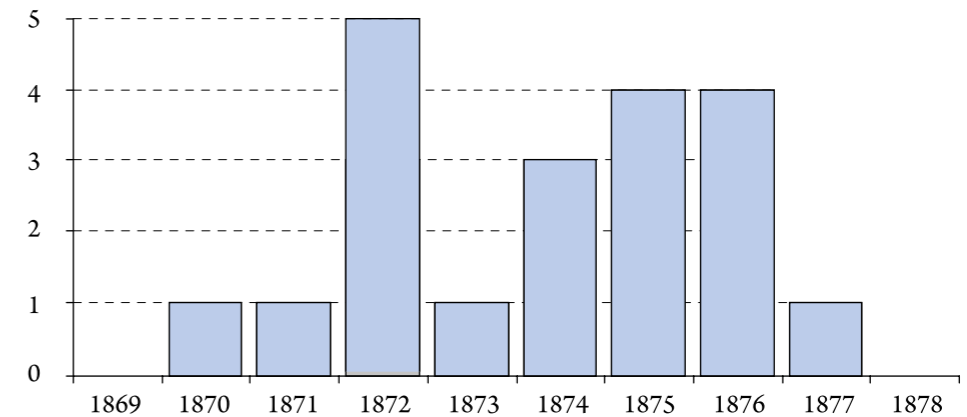
al parecer se siguen requiriendo. En el caso específico de la Ingeniería Civil quedaba prácticamente igual, sólo se quitaba la clase de Hidráulica y la parte relativa a Historia de la arquitectura de la clase de Composición.<sup>106</sup>

Al separarse las carreras en 1867, varios alumnos que estaban estudiando en San Carlos y que querían terminar como ingenieros pasaron a estudiar a Minería, entre ellos, Francisco Jiménez, quien fue el primero en recibirse de Ingeniería Civil en 1870.<sup>107</sup> Pero la carrera tardaría en consolidarse y sus estudiantes egresaban en números modestos, no pasando de cinco, aunque normalmente sólo uno por



Francisco Jiménez, primer ingeniero civil egresado de la ENI

año, por lo que durante los diez primeros años de existencia de la carrera se graduaron 20 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 podría pensarse que muchos estudiantes hubieran realizado sus estudios sin llegar a titularse, es significativo que los ingenieros civiles graduados no se acercaran a los 33 ingenieros arquitectos que se graduaron diez años atrás, antes de separarse las carreras.<sup>108</sup>



Gráfica 2. Número de ingenieros civiles titulados antes del Porfiriato  
Datos obtenidos de AHUNAM.ENI. Asuntos escolares. Calificaciones y exámenes.  
Caja 25. Exp. 38

### Interpretación de la reestructuración del Colegio de Minería

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

«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...»<sup>109</sup>

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 daba 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.

Por el contrario, posteriormente se encontrarían posturas ya de egresados de la Escuela de Ingenieros que se identificaban como tales, no como mineros, que se centraban 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 polemizó, le diría que tal postura era posible porque no cursó en la antigua institución donde predominaban las cuestiones mineras en la mayoría de las materias (menos en su aplicación práctica) mientras que dejaban de lado el conocimiento científico *per se*.<sup>110</sup> Estas posturas centradas más en la aportación científica que en la minería continuarían en varios egresados posteriores, como Agustín Aragón y Jorge L. Tamayo<sup>111</sup>, quienes resaltaron, al contrario de los enfoques mineros, los cambios realizados durante la República Restaurada, por ejemplo, los calificaban como «Una revolución... por la aceptación brusca del método científico», como cita Jorge L. Tamayo del ingeniero Agustín Aragón. Pero al mismo tiempo, el propio Tamayo dice que con su reestructuración, el Colegio dejaría de ser el «refugio del conocimiento científico».<sup>112</sup> Décadas después, esta visión enfocada principalmente en los aportes científicos sería desarrollada por otros estudiosos de la Escuela.<sup>113</sup> Más allá de estas contradicciones que reflejan una postura política, estos estudiosos al enfocarse en la aportación científica del Colegio desde su creación suelen presentar

una visión homogénea y continua de la historia del Colegio, donde pasa desapercibida la trascendencia que tuvo la reestructuración de 1867.

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 fueron completamente innovadoras, pues muchas de las ideas de reestructuración educativa que planteaban tenían ya una larga historia.<sup>114</sup> 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 introdujeron estudios enfocados al reconocimiento del territorio nacional y de sus recursos al establecerse las carreras de Agrimensor, Geógrafo y Naturalista.<sup>115</sup> 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 propusieron cambios desde 1833, los cuales serían desechados una y otra vez al retomar los conservadores el poder.

El concepto de ingeniero se había venido consolidando en la institución desde su introducción en 1843 y se ampliaría 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 las modificaciones en los planes de 1861 se proponía 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.<sup>116</sup> Por lo que Azuela ha especulado acerca de alguna influencia de la política educativa del Segundo Imperio en la República Restaurada;<sup>117</sup> sin embargo, sin descartar esta influencia, 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 fue la posibilidad de llevar a la práctica exitosamente la reestructuración de los planes de estudio largamente



acariciada que los múltiples conflictos no habían permitido consolidar, así como la superación de los enfoques gremiales del Colegio de Minería que los gobiernos conservadores habían impedido. Resulta significativo que el éxito de la reforma del Colegio coincidiera con la supresión definitiva del Fondo Dotal de Minería con lo cual el gobierno se encargaría de su mantenimiento y administración. Al mismo tiempo se proponía un plan educativo global en el que a cada escuela se le otorgaba un área específica de conocimiento, y consecuentemente el Colegio de Minería se consolidaría de manera definitiva como escuela enfocada a los estudios de ingeniería en general.<sup>118</sup>

Pasando al caso de la ingeniería civil, la idea de su introducción tampoco era nueva, como se ha 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 retomarían la idea de la introducción de la formación de ingenieros civiles. Incluso Velázquez de León que se opuso a la transformación del Colegio de Minería en Escuela Politécnica durante el Segundo Imperio, había propuesto anteriormente como Ministro de Fomento la creación de la carrera de Ingeniería Civil, pero en la Academia de San Carlos. Por su parte, los liberales sí defendían su introducción en el Colegio de Minería, lo cual se aprecia desde Luis Mora en la década de 1830, así como en la propuesta de Antonio del Castillo a mediados de siglo, e incluso una década después con el mismo Maximiliano.<sup>119</sup>

De hecho, no hubo voces que se opusieran 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 había una postura conservadora o retrograda contraria, por lo que serían cuestiones pragmáticas, surgidas de la confrontación política más que una cuestión ideológica lo que llevaría a rechazar las propuestas de reforma.<sup>120</sup> Algunas veces llegaron a pesar más cuestiones de confrontación política que los 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.<sup>121</sup>

Aun 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 preservación 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 tanto, se enfrentan y cancelan, una y otra vez, las políticas liberales que buscaban romper con los poderes corporativos a los que intentaban integrar para beneficio de la nación en general. Por lo que el caso del Colegio y del sector minero sería 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, el 24 de enero de 1868, se constituyó la Asociación de Ingenieros y Arquitectos, aceptando en un primer momento solamente arquitectos o ingenieros civiles titulados mexicanos y extranjeros.<sup>122</sup>

Entre los fines de la Asociación, se mencionaba el mejoramiento de la profesión reuniendo «en un depósito 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».<sup>123</sup>



Socios fundadores de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México



Alegoría de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos

Aun 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 Alcerrecas. Los dos primeros impartían las clases más representativas de la carrera de Ingeniería Civil en el periodo: Puentes, canales y obras en los 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.<sup>124</sup>

Es de llamar la atención que en los discursos en el establecimiento de la Asociación, aun cuando hay algunas menciones a la estética y a la historia de la arquitectura, serían más recurrentes las posturas a asumirse como ingenieros que como arquitectos. Así, Francisco de Garay al plantear la cuestión «¿Qué somos?», él mismo responde: «Somos ingenieros». El Gobernador del Distrito, quien presidió el acto, recordaría 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...» Manuel Francisco Álvarez, quizás influenciado por ideas modernizadoras, exaltaba 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...».<sup>125</sup>

En la idea de difundir los avances relacionados con su campo laboral, recién formada la Asociación comenzó a escribir sus *Anales*, los cuales se publicaron en su primera época de 1868 a 1871.<sup>126</sup> Para 1870, la Asociación ya contaba con 52 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 la ingeniería con lo que se reafirmaba 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.<sup>127</sup>

#### La carrera de Arquitectura después de su separación de la Ingeniería Civil

64 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 infraestructura,<sup>128</sup> pero permanecieron en ella otras que se podría pensar más cercanas a la ingeniería, como Geología y mineralogía aplicadas a los materiales de construcción, Estática de las 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 impartían en la carrera de Arquitecto e Ingeniero Civil y que no se veían en el plan para Ingeniería Civil únicamente. 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 comparten sólo la parte relativa a la Historia de la arquitectura, además de contar arquitectura con la clase de Arquitectura legal.<sup>129</sup> A principios de 1868, se publicó el Reglamento de la ley de 1867 en donde se especificaban más los planes de estudio. En el caso de los

arquitectos se debían cursar dos periodos, ambos de cuatro años. El primero consistía en los estudios preparatorios que incluían algunas materias de dibujo que se debían cursar en la ahora Escuela Nacional de Bellas Artes. El segundo periodo, ya propiamente de la carrera de Arquitectura, incluía algunas cátedras nuevas como Perspectiva, Historia natural aplicada a los materiales de construcción, Arte práctico de construir, Proyectos de restauros, así como tres cursos de Geometría descriptiva aplicada respectivamente al estudio de las sombras, al corte de piedras y, el último, a la carpintería y a la herrería. Además, se debía realizar una práctica de construcción en las obras.<sup>130</sup>

Al parecer, la separación de Ingeniería Civil de la carrera de Arquitectura fue contraproducente para esta última, 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...»<sup>131</sup>

65 La falta de alumnos y la liga aún muy fuerte entre Ingeniería Civil y Arquitectura llevarían al gobierno, con las modificaciones a la *Ley de Instrucción Pública* de mayo de 1869, a crear nuevamente una carrera de Ingeniero Arquitecto mientras conservaba la de Ingeniería Civil en la Escuela de Ingenieros. Dichas carreras compartían prácticamente las mismas materias, ya que sólo se diferenciaban en que en esta última se impartían Caminos comunes y de fierro, y Puentes, canales y obras en los puertos. Si bien su plan se encontraba dentro de la Escuela de Ingenieros, los ingenieros arquitectos debían de cursar en esta escuela únicamente las materias científicas, y en la de Bellas Artes, las de Órdenes clásicos, Copia de monumentos, Composición y Arquitectura legal.<sup>132</sup>

Algunos de los profesores de Arquitectura de Bellas Artes apoyaron 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 Artes,<sup>133</sup> y presentaron varias razones para ello: que el mercado de trabajo de la construcción se encontraba aún muy

reducido como para tener especializaciones y que en los hechos un egresado de cualquiera de las carreras separadas realizaba trabajos de ambas sin el suficiente rigor, por el riesgo de que si no se podían reunir las dos carreras en un solo establecimiento «...una de ellas está destinada a desaparecer en su totalidad», pues sostenían que los alumnos por enfocarse al estudio de la parte científica seguramente sacrificarán 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.

A la vez, para sostener que dicha carrera debía alojarse en la Escuela de Bellas Artes, los profesores argumentaban que desde un principio los estudiantes debían tener una formación artística, mientras que la científica se podía dar en cualquier colegio siempre que se contara con las cátedras convenientes; además, advertían que muchas de las clases necesarias ya se daban en Bellas Artes porque 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, estos profesores 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 los ingenieros civiles, a la vez que se le agregaban algunas materias como Arquitectura legal, Formación de presupuestos y avalúos, así como Geodesia e Hidráulica.<sup>134</sup> El exhorto de los profesores se cumplió, pero sólo en parte, pues para julio de ese mismo año de 1869 ya no se encontraría, dentro de los planes de estudio de la Escuela de Ingenieros, la carrera de Ingeniero Arquitecto,<sup>135</sup> que sería reintegrada a la Escuela de Bellas Artes, pero las materias técnicas se tendrían que cursar en aquella. Fue una etapa conflictiva, pues su separación en dos escuelas no favorecía su consolidación por lo que contaba con una matrícula reducida, más ahora con la competencia de la carrera de Ingeniería Civil que se seguía impartiendo de manera independiente en la Escuela de Ingenieros. La carrera sería 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, ya que los consideraban como complemento de su formación.<sup>136</sup> Para principios de la década de 1870, la situación de la carrera de Arquitectura o Ingeniero Arquitecto continuó siendo preocupante,<sup>137</sup> por lo que el arquitecto Vicente Heredia llamaba la atención de la Junta de profesores de la Escuela de Bellas Artes en 1871, al señalar nuevamente que la falta de alumnos se debía, entre otras cosas, a la distribución de los estudios en varias escuelas, por lo cual proponía que se impartieran en Bellas Artes todos los cursos de Arquitectura, incluso argumentaba que los profesores estaban dispuestos a dar todas las cátedras requeridas sin que se tuviera que contratar ningún catedrático más. Pero aun cuando ya se había trabajado en esta propuesta, no se podía avanzar mientras el gobierno o el Congreso no modificaran la ley respectiva.<sup>138</sup>



Ingenieros  
arquitectos Mariano  
B. Soto, Antonio  
Torres Torija, José  
Ramón de Ibarrola  
y Manuel Francisco  
Álvarez  
© 825813  
CONACULTA. INAH.  
SINAFO. FN. México

## REFERENCIAS

---

1. Decreto del 9 de octubre de 1848. AGN. Fomento. Caminos, vol. 21, fs. 26-29.
2. AGN. Fomento. Caminos, vol. 21, fs. 270-273.
3. Proyecto presentado por Antonio del Castillo al Congreso General. Cámara de diputados. En *El Siglo Diez y Nueve*, miércoles 26 de marzo de 1851. En aquel momento Mariano Arista acababa de asumir la presidencia el 15 de enero.
4. *Idem*.
5. *Idem*. Como anteriormente planteaba Tredgold en Inglaterra, en el proyecto de Antonio del Castillo se entiende que la ingeniería civil abarcaba la ingeniería mecánica y el aprovechamiento de fuentes de energía. Tal vez por esto las propuestas se enfocan principalmente en la creación de la carrera de Ingeniería Civil, entendiendo que incluía también estos campos.
6. 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.
7. Comentario de *El Siglo Diez y Nueve*, publicado el miércoles 26 de marzo de 1851, en el que se apoya el proyecto presentado por del Castillo.
8. De estas últimas, Geometría descriptiva aplicada y Derecho administrativo, Antonio del Castillo decía que eran indispensables para la carrera y que figuraban en todos los programas de estudios para ingenieros civiles de los colegios de Europa.
9. Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo II, pp. 1766-1771. Siendo un periódico conservador, la crítica de *El Universal* tiene tintes políticos, por lo que ataca de manera general el proyecto, en oposición al diario liberal *El Siglo Diez y Nueve* que lo apoyaba y exaltaba. Es de resaltar, que a pesar de los fuertes ataques del primero, no se cuestiona la idea de crear la carrera de Ingeniería Civil.
10. 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.
11. *Ibidem*, pp. 1749-1752 y 1778.
12. *Ibidem*, pp. 1783-1786.
13. Transformando en ésta la clase que anteriormente era Mecánica aplicada a la minería.
14. También se le amplía a la cátedra de Delineación una parte de arquitectura.

15. A diferencia de la Junta de Fomento y Administrativa de Minería donde predominaba el gremio minero.
16. Estando como director el general José María Tornel. *Ibid.*, pp. 1085-1125.
17. Lo que sería ratificado en 1852. Ramírez, *op. cit.*, pp. 349-353, 360, 366-367.
18. Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo II, pp. 1783-1784.
19. El malestar del grupo conservador ante la propuesta de reformas explicaría también los ataques que les dedicó *El Universal* (si bien en algunos puntos la crítica sea acertada, la oposición total al proyecto es evidente). *Ibid.*, pp. 1198-1199 y 1766-1771.
20. Zoraida Vázquez, Josefina. «De la difícil constitución de un Estado: México, 1821-1854», en Zoraida Vázquez (coord.), *La fundación del Estado Mexicano, 1821-1855*, p. 33.
21. Santa Anna entra a la capital el 20 de abril de ese año. Díaz, Lilia. «El liberalismo militante», en *Historia General de México*, pp. 824-825; Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo II, p. 1221.
22. 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*, p. 3699. Y que en ese momento era catedrático de Mecánica y Zoología en el Colegio de Minería.
23. Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo II, p. 1123.
24. Junto con Miguel Velázquez de León. *Ibid.*, pp. 1234 y 1245.
25. Ramírez, *op. cit.*, pp. 365-367 y 376-379; Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo II, pp. 1247-1249.
26. Decreto del 29 de mayo de 1854 publicado el 31 del mismo mes. Ramírez, *op. cit.*, pp. 376-379.
27. Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo II, pp. 1260-1261.
28. Siendo nombrado 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.
29. Ramírez, *op. cit.*, pp. 384-385 y 388.
30. Aun 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*, p. 82.
31. Blas Balcárcel ya se había desempeñado un par de veces como director interino, y que fuera diputado del Congreso Constituyente de 1856.
32. Ramos Lara, 1996, *op. cit.*, pp. 68 y 184.
33. Ramírez, *op. cit.*, pp. 392, 411, 414-415 y 425.
34. Decreto del 31 de diciembre de 1856. Dublan y Lozano, *op. cit.*, tomo VIII, pp. 326-327.
35. Presidente sustituto de la República.
36. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos. Exp. 10354.
37. Dublan y Lozano, *op. cit.*, tomo VIII, pp. 203-204.
38. 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.
39. 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 profesión comprendida dentro de las bellas artes que el establecimiento patrocina». Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 5553.
40. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 10260, 5896 y 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.
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. Manuel Francisco Álvarez retomó las noticias sobre la insatisfacción de Cavallari: «Siendo director de la Academia de Milán, sucedió que por tales o cuáles complicaciones políticas, los ánimos se hallaban exaltados en aquella ciudad, y los alumnos dieron algunos «vivas» ó algunas voces en sentido que desagradó á la autoridad política, la que inmediatamente mandó al establecimiento la fuerza armada; disgustado Cavallari por este exceso de celo de la autoridad empleado con sus discípulos, se dirigió a la misma, pidiéndole retirara la fuerza, y como no obtuvo satisfactoria respuesta su demanda, herido por esta negativa, y más que todo, por la presión que en sus discípulos se ejercía, manifestó que si la fuerza no se retiraba, se separaría él del establecimiento. La medida subsistió, y fiel él a su propósito, se separó de la Academia». Álvarez, 1906, *op. cit.*, pp. 21-22.
50. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 5899.
51. El primer artículo de su contrato dice que Cavallari deberá «dar lecciones en clase del profesor de arquitectura y composición en todos sus ramos con inclusión de la ingeniería civil y construcción de puentes, caminos, calzadas, etc.» Razo Oliva, *op. cit.*, p.71.
52. Garibay, *op. cit.*, p. 12.
53. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 5893.
54. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 5899.
55. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 5898.
56. Su plan de estudios se aprueba 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; Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo II, p. 2010.
57. Argumenta 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 con este plan, buscando no confundirlos con los arquitectos o ingenieros civiles solamente o con los que posteriormente estudiarán ambas carreras de manera separada.
58. Álvarez, 1906, *op. cit.*, pp. 10-11; *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*, vol. III, tomo II, pp. 100-101 y 280. Báez Macías, 2009, *op. cit.*, p. 260.
59. Katzman, *op. cit.*, p. 23.
60. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, Exp. 5898.
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, *op. cit.*, tomo II, p. 123.
65. Véase 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, pp. 2330, 2477-2484. Pero como menciona Álvarez: «Las dificultades políticas de la época y nuestros estudios teóricos no nos permitían ir al campo para adquirir toda la práctica necesaria en la construcción de ferrocarriles». *Una visita al ferrocarril de Veracruz hecha hace cincuenta años (1872)*, p. 19.
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, exps. 5791, 5792, 5793, 6935 y 6973.
72. Aun 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, exps. 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.
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.

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. Al respecto Talavera afirma 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 y descendiente de unos de los impulsores de la creación del Colegio de Minería, parece ser que la conservación de éste 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, él 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, sólo permaneció unos pocos días desde su reapertura el 1° de agosto de 1863 y partió para ofrecer la corona a Maximiliano con quien regresaría para retomar la dirección el 2 de junio de 1864 y finalmente renunciar el 25 de noviembre del mismo año. Mientras que, por otro lado, permanecía en el Ministerio de Estado y es enviado en febrero del siguiente año en comisión diplomática para arreglar los fuertes problemas con el papado. *Diccionario Porrúa*, p. 3699.
82. En la que se veía: órdenes de arquitectura, gruesos de muros, dimensiones de las partes 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.
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.
90. Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, pp. 2402-2403.
91. Ramos Lara, 1996, *op. cit.*, pp. 30-31.
92. Son 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*, p. 46.
95. *Ibidem*, p. 45.
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 Diez y Nueve*. Miércoles 1° de enero de 1868. Así como en los periódicos aparecían también propuestas para mejorarla. *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 Cálculo 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 impartida temporalmente por Agustín Zamora y después no volvió a darse sino hasta 1882. AHUNAM, ENI, caja 13, exp. 40.
103. AHUNAM, ENI, Dirección. Correspondencia, caja 2, exp. 3.
104. En 1863, Cavallari decidió regresar a Italia. Báez García, 2009, *op. cit.*, p. 167.
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.

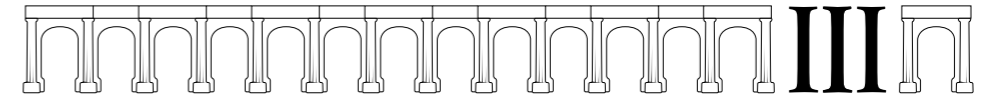


107. Quien colaboró en las obras de nivelación de 1877, pero que principalmente se dedicó a realizar monumentos como el dedicado a Cuauhtémoc que se encuentra en Reforma. Téllez Pizarro, Adrián. Apuntes acerca de los cimien- tos de los edificios en la Ciudad de México, p. 54.
108. AHUNAM. ENI, Asuntos escolares. Calificaciones y exámenes. Caja 25. Exp. 38
109. Ramírez, *op. cit.*, p. 11.
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 Medicina por lo que aun cuando reconocía «inteligencias de primer orden y de un profundo conocimiento de su ramo» entre los ingenieros de minas for- mados 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 geó- grafo dos años después, mientras que Tamayo era ingeniero civil egresado en 1936.
112. Tamayo, 1858, *op. cit.*, p. 46.
113. Como J.J. Izquierdo y Clementina Díaz y de Ovando, cuyos títulos de sus obras son reveladores al respecto: *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.
114. Aunque en muchos aspectos este juicio podría generalizarse.
115. Como menciona Tamayo, *Ibid.*, pp. 42 y 45.
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.
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 princi- pales promotores de la instauración de la ingeniería civil en México, Antonio del Castillo. *El Monitor Republicano*. 8 de febrero de 1868. A fines de ese mismo año, su director Francisco de Garay ofrecía los servicios de la Asociación al gobierno estatal de Jalisco, lo que al parecer motivó la reacción de los ingenieros locales, quienes constituyeron la Sociedad de Ingenieros de Jalisco el 24 de febrero de 1869. De la Torre, *op. cit.*, pp. 151-152.

123. *El Boletín Republicano*, 9 de enero de 1868; Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 6650.
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 ingenie- ros y arquitectos, 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.
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. Reglamento de la Ley Orgánica de Instrucción Pública en el D.F. del 24 de enero de 1868. En *El Monitor Republicano* del 1º. de febrero. También se reforma el plan de estudios de los maestros de obras, el cual tenía una dura- ción de tres años. En los dos primeros se tomaban clases de Aritmética, Geometría y Dibujo, y en el tercero, Construcción práctica que incluía el conocimiento de los materiales de construcción y formación de mezclas y morteros, construcción de toda clase de masas, reglas generales de estereoto- mía, cimbras, andamios, aparejos y máquinas o instrumentos empleados en las construcciones.
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; Archivo de la Antigua Aca- demia de San Carlos, exp. 10556. Véase 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.
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 sólo se impartían dos clases del programa de Arquitectura, contando entre ambas materias solamente con tres alumnos. Archivo de la Antigua Aca- demia de San Carlos, exp. 7094.
138. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 7097.



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



### SEGUIMIENTO DE LA INGENIERÍA CIVIL DURANTE EL PORFIRIATO

---

#### De la Ingeniería Civil a la Ingeniería de Caminos, Puertos y Canales

79

A fines de 1876, acompañado de sus tropas, entró Porfirio Díaz a la Ciudad de México y ocupó temporalmente el Palacio de Minería. Poco después serían cesados los funcionarios de Lerdo de Tejada, entre los cuales fue destituido Balcárcel de la dirección de la Escuela de Ingenieros<sup>1</sup>; no obstante, la mayoría de los profesores continuarían en sus cargos, como los catedráticos de la carrera de Ingeniería Civil Francisco de Garay y Eleuterio Méndez. Como director sería designado Antonio del Castillo, quien para el 5 de enero de 1877 propondría algunas modificaciones mínimas para integrar tanto la carrera de Ingeniería Civil como la de Ingeniero Arquitecto en la Escuela.<sup>2</sup>

En 1881, la Escuela de Ingenieros (junto con la de Agricultura) pasaba a depender de Fomento, a través del cual quedaba el Ejecutivo facultado para

← Fachada de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas. Actual plaza Tolsá en la calle de Tacuba. © CONACULTA. INAH. CNMH. FCR-V. México. Álbum 4. Tomo XXXI. No. MDCLXI-85.

realizar las reformas necesarias a los planes de estudios que creyera conveniente; así pues, a principios de 1882, se empezaría una revisión de éstos y se recabarían propuestas de los profesores para mejorar la enseñanza.<sup>3</sup> En 1883, se reformaba la *Ley de Instrucción Pública* en la cual se estipulaba que la hasta ahora Escuela de Ingenieros, algunas veces designada como «nacional» y otras como «especial», pasaría a ser la Escuela Nacional de Ingenieros<sup>4</sup>. Se reestructuraron las carreras y se amplió el número de materias al pasar varios cursos que eran exclusivos de alguna ingeniería a impartirse en otras, particularmente los enfocados a la construcción.<sup>5</sup> A la vez, se les trató de dar un enfoque más empírico con el establecimiento de prácticas a lo largo y al final de los cursos anuales, así como al terminar todas las carreras.<sup>6</sup>

La carrera de Ingeniero Civil fue transformada en Ingeniero de Caminos, Puertos y Canales, pero la gran mayoría de sus materias permanecerían siendo las mismas, como también la duración de cuatro años. Los principales cambios que se realizaron fueron la introducción de las asignaturas Hidrografía, Hidromensura y Meteorología;<sup>7</sup> a Teoría mecánica de las construcciones se le agregó «Construcción práctica»<sup>8</sup>, mientras que a Dibujo arquitectónico se le incluyó una parte de dibujo de máquinas. A la vez, se agregaron durante el segundo año las prácticas de Estereotomía, Carpintería y Meteorología, y la de Construcciones durante el tercero; mientras que las de fin de año fueron la de Topografía e Hidromensura en el primero, la de Mecánica en el segundo, la de Conocimiento de materiales en el tercero, y al terminar los estudios, un año de práctica en caminos comunes, ferrocarriles, canales u obras en los puertos.<sup>9</sup>

El pasar a depender de la Secretaría de Fomento ofrecía una mejor solvencia económica a la Escuela Nacional de Ingenieros, por lo que desde 1882 Antonio del Castillo solicitaría que se aumentara su presupuesto.<sup>10</sup> Esto 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.<sup>11</sup> Además, las reformas de 1883 resultaron muy convenientes porque se estipuló que la Escuela tendría autonomía en cuanto a las cuestiones académicas y que sólo intervendría la Secretaría de Fomento en aspectos administrativos,<sup>12</sup> lo cual le permitió buscar por sí misma la manera de ofrecer una educación adecuada para la

ingeniería nacional.<sup>13</sup> Se estableció que las clases continuarían siendo públicas y gratuitas.<sup>14</sup> Esto motivó que, además de los alumnos regulares, se presentaran oyentes o alumnos supernumerarios a cursar materias,<sup>15</sup> quienes a pesar de no recibir ningún reconocimiento oficial, sí obtenían ciertos conocimientos que podían aplicar en la práctica.

### Programas de estudio en la primera parte del Porfiriato

A través de los programas de estudio se puede observar cómo se fueron 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 estudiaba 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.<sup>16</sup>

Posteriormente, estos conocimientos mecánicos se utilizarían en el análisis de elementos constructivos, junto a lo cual se abordaría una parte más práctica a partir de procedimientos para la edificación con diferentes materiales y condiciones. De esta manera, la clase de Teoría mecánica de las construcciones, introducida en 1881,<sup>17</sup> cuyo profesor era Antonio Rivas Mercado<sup>18</sup>, incluía entre otros temas: resistencia de materiales, que comprendía extensión (tensión), compresión, esfuerzo transversal y flexión; estabilidad de las construcciones, y se estudiaban posteriormente las construcciones en piedra, madera y fierro, organización de obras y cimientos en terrenos sólidos y comprensibles blandos, e incluso en agua.<sup>19</sup>



Arq. Antonio Rivas Mercado

Este enfoque dual sería recalcado en 1883, cuando a la materia se le denominó Teoría mecánica de las construcciones y construcción práctica, en cuyo plan de 1887, impartido por el ingeniero civil Luis Salazar, se dividía el curso en dos partes principales: la primera sobre resistencia de los mate-



Ing. Civil Luis Salazar

riales y de la estabilidad de las construcciones, y la segunda acerca de la cimentación y de la ejecución de los trabajos de mampostería, madera y fierro. Se incorporaban nuevos temas, como ecuaciones de equilibrio, momento de inercia, sección de mayor resistencia, además de diversos casos de vigas con distintos apoyos y cargas. La parte de cimientos resultaba bastante amplia, ya que abarcaba varios tipos de terreno y de cimientos, desde mampostería hasta pilotes, entre otros. Por último, se estudiaban diferentes elementos de la construc-

ción: bóvedas, cimbras, cisternas, cañerías, desagüe, formación de proyectos, modo de ejecutar los trabajos y precios de materiales de construcción.<sup>20</sup>

82

En 1885, el ingeniero civil Leandro Fernández<sup>21</sup> proponía la creación de una cátedra de Estática gráfica, pues sostenía que ésta formaba un cuerpo de doctrina bien concatenada por lo que no era conveniente esparcir sus conocimientos en varias cátedras,<sup>22</sup> sino impartirse 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 fue retomada por Del Castillo, quien la reenvía a la Secretaría de Fomento,<sup>23</sup> aunque no sería creada sino hasta 1887 e impartida por el ingeniero civil José María Velázquez. El nuevo curso



Ing. Civil Leandro Fernández  
© 15157 CONACULTA. INAH. SINAFO.  
FN. Fondo Casasola. México

abarcaba primeramente estática y elasticidad, después abordaba 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 diferentes cargas. También la estática gráfica se aplicaba a la teoría del empuje de las tierras y al cálculo de los muros de sostenimiento.<sup>24</sup> Para el siguiente año, Velázquez introduciría el problema de las posiciones peligrosas de un convoy, arcos metálicos, armaduras de techos y cúpulas.<sup>25</sup>

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 contestaría que la acababan de otorgar al ingeniero de minas Gilberto Crespo y Martínez.<sup>26</sup> Por medio de su programa, se sabe que para 1887 se abordaba 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 los metales usados para edificación, por último, se trataban las propiedades mecánicas de los materiales de construcción mexicanos; densidad, peso, resistencia, módulo de elasticidad, resistencia a la tracción (tensión), al aplastamiento (compresión), a la flexión y a la torsión, cargas que podían soportar diversos elementos constructivos con materiales normalmente usados, y se concluía con la formación de tablas de la resistencia de múltiples materiales.<sup>27</sup>

83

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 trataría con amplitud la construcción de puentes desde sus variados materiales: mampostería, ladrillo, madera, fierro (colado y dulce) y acero; sus distintas partes: pilas<sup>28</sup>, bóvedas, cimientos (metálicos y pilotes, entre otros), cimbras y descimbrado; y sus diferentes tipos, incluso los suspendidos por «cadenas y amarres». Abordaría después cuestiones de navegación: obras de defensa de los ríos, esclusas y navegación mediante su uso, navegación de cabotaje, por canales; por último, algunas cuestiones portuarias: mareas, corrientes, vientos, escolleras, canal de entrada, dragado, faros, defensa de las costas...<sup>29</sup>

Por su parte, y también en el programa de 1882, el ingeniero arquitecto Eleuterio Méndez se enfocaba, al inicio del curso de Caminos comunes y ferrocarriles, en la construcción de los primeros mediante empedrados y trataba muy brevemente «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 abordaban de manera muy descriptiva y clasificatoria.<sup>30</sup> Para 1888, el programa de estudios estaría más desarrollado, ya que se estudiaban de manera más amplia los caminos comunes y se introducían 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, ya que se centraba más en terracerías, además de los terraplenes y taludes. Méndez trataría de manera especial los caminos carreteros utilizados para transportes motorizados, su trazado e incluso la construcción de carros de carga y pasajeros. Introduciría 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, trataría sobre las vías, rieles, 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.<sup>31</sup>

84

### Revisión de los planes de estudio y reincorporación de la Ingeniería Civil

Para 1891, al constituirse el Consejo Superior de Instrucción Pública, se volvía a reestructurar la educación y consecuentemente se reasignaba la Escuela Nacional de Ingenieros al Ministerio de Justicia e Instrucción Pública.<sup>32</sup> Al año siguiente, junto con la celebración del centenario del plantel, se analizarían los planes y programas, comenzando con una serie de discusiones para su

mejoramiento. Para ello, se comisionó a José María Contreras, quien realizaría una visita al Colegio y, aun cuando calificó de conveniente su desempeño general, también retomaría algunas ideas de los profesores para reformarlo. Por ejemplo, el nuevo catedrático de Caminos comunes y ferrocarriles, el ingeniero de caminos Carlos Daza<sup>33</sup>, planteaba reducir la teoría en los dos últimos meses de su clase con la impartición de lecciones prácticas en los talleres de las empresas ferrocarrileras y de los caminos cercanos a la capital, mientras que Francisco de Garay sostenía que la carrera de Ingeniero de Caminos estaba muy sobrecargada de materias y proponía algunas modificaciones para reducir su contenido.<sup>34</sup> Por su parte, la Junta de Profesores impulsaba la creación de la clase de Higiene y saneamiento de las ciudades y edificios, como también la introducción en diversas carreras de aspectos legales de sus áreas específicas; así, para los ingenieros de caminos, la Junta planteaba crear la cátedra de Legislación de ferrocarriles, de caminos y de construcciones.<sup>35</sup>

Por medio de sus miembros compartidos, la Escuela y la Asociación de Ingenieros y Arquitectos mantuvieron vínculos, lo cual permitió que ésta también participara en la discusión de la reforma de los planes de estudio de aquélla. Por este motivo, se formó una comisión integrada por María Contreras junto con Andrés Basurto Larráinzar, 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 fue aprobado en algunos puntos por la mayoría.<sup>36</sup> Aun así, María Contreras envía una propuesta al Ministerio de Justicia e Instrucción Pública, que retomaría los planteamientos de los profesores, así como el plan de estudios propuesto en un principio por la comisión de la Asociación.<sup>37</sup>

85

Por su parte, la dirección de la Escuela Nacional de Ingenieros, cuyo titular era Antonio del Castillo, realizaría 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; esta última comprendía 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 éstas.<sup>38</sup> A la vez, planteaba introducir las clases de Ingeniería industrial y de Hidráulica.<sup>39</sup>

La diversidad de ideas y propuestas no permitió llegar a un acuerdo, lo cual condujo a que, para el siguiente año de 1893, se retomaran los planes de 1883 mientras se decidía acerca de las reformas. En 1894, la Asociación de Ingenieros y Arquitectos remitió a la Secretaría de Justicia e Instrucción Pública su propuesta de plan de estudios, pero ésta había sido elaborada al calor de la discusión de la propuesta inicial apoyada por Contreras, por lo que Díaz Rugama sostendría 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 1889<sup>40</sup> con algunas modificaciones: la carrera de Ingeniero de Caminos sería designada como Ingeniero de Caminos y de Construcciones Civiles; se cambiaban las clases de Puentes, canales y obras en los puertos como 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 sería impartida por el mismo maestro de Composición, es decir, estaría más enfocada al dibujo y diseño; también se incluía un quinto año de prácticas de Ingeniería Civil bajo la dirección de un profesor.<sup>41</sup>

86

Las diferentes propuestas fueron remitidas al ingeniero geógrafo Adolfo Díaz Rugama<sup>42</sup>, 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 tal motivo, comenzaría su análisis desde la definición de Ingeniería<sup>43</sup> y plantearía que las carreras particulares debían surgir de las necesidades sociales y no pretender que su oferta generara su demanda.<sup>44</sup> Criticando las diferentes propuestas de planes de estudio, Rugama desecharía todas ellas y realizaría su propio proyecto, bastante más meditado con ayuda del ingeniero civil Leandro Fernández, director de la Escuela. Mediante este plan se pretendía establecer cursos fundamentales y comunes a todos los ingenieros y otros muy particulares para cada especialización, que eran las de 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 aquéllas y que se consideraban como

auxiliares de éstas mismas. El ingeniero civil Mateo Plowes<sup>45</sup> criticó de manera positiva el plan de Rugama, aunque también le propuso algunas mejoras, además de preferir el nombre simplemente de Ingeniero Civil.<sup>46</sup>

Fue hasta 1897 que todas estas discusiones y proyectos concluyeron en un cambio concreto de los planes de estudio. Muy a su estilo conciliador, Porfirio Díaz decretó 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. Se mantuvieron prácticamente las carreras que ya se venían impartiendo y se continuaría con el sistema de materias básicas compartidas por la mayoría de las carreras. Sería en las clases más especializadas de cada profesión en donde se presentarían los cambios más importantes.<sup>47</sup>

En particular, la carrera de Ingeniero de Caminos, Puentes y Canales regresó a ser denominada Ingeniería Civil, pero con los siguientes cambios: se introdujo la clase de Legislación de tierra y aguas; se dividieron en dos clases Mecánica analítica y aplicada, así como Estereotomía y Carpintería, agregándole a esta última «estructuras de hierro». Asimismo, se creaban las clases de Estabilidad de las construcciones, Hidráulica e Ingeniería sanitaria, y Física matemática<sup>48</sup>, mientras que Economía política, la cual se impartía en la escuela desde 1886, se volvió obligatoria para todas las carreras<sup>49</sup>. A la vez, desaparecieron Teoría mecánica de las construcciones y construcción práctica, Conocimiento de materiales de construcción, así como Estática gráfica, y se introdujeron Mecánica general aplicada y Estabilidad de las construcciones. También los cursos más característicos de la carrera fueron modificados, como en el caso de la impartición de 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 sería sustituida por Dibujo de composición. De igual forma, se tenía que asistir a la clase de Aplicaciones de la electricidad, aunque no era necesario aprobarla, mientras que las prácticas solamente se requerían al finalizar la carrera.<sup>50</sup>

87

De esta manera, quedaron establecidas en el plan de estudios algunas modificaciones que ya se venían realizando o que habían sido propuestas con anterioridad. Además de mantener la carrera de Ingeniero Electricista,

también continuaría la exigencia de asistir a clases de electricidad, aunque no fuera necesario aprobarlas. En la clase de carpintería se agregó «estructuras de hierro» que ya se incluía tiempo atrás. Se introdujeron temas legales, así como una cátedra que incluía cuestiones de Ingeniería sanitaria e hidráulica.<sup>51</sup>

Se puede decir que la clase de Estabilidad de las construcciones absorbió a la de Estática gráfica, incluso algunas veces se denominó como Estática de las construcciones. Además, en dicha clase se estudiaban procedimientos analíticos para el cálculo de la resistencia de diversos elementos constructivos, así como de armaduras, mientras que en la segunda parte se veían procedimientos gráficos para el cálculo de las fuerzas que actúan en vigas, trabes, armaduras y bóvedas, como también empuje de tierras y muros de sostenimiento mediante la teoría de Rankine.<sup>52</sup>

### La Ingeniería Civil en los inicios del siglo XX y su incorporación a la Universidad

88 Nuevamente, para comienzos del siglo XX, se comenzaron 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.<sup>53</sup> 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 una revisión de los planes.<sup>54</sup> De esta forma, el director Manuel Fernández Leal proyectaría un nuevo plan de estudios, el cual sería aceptado por Porfirio Díaz y publicado a principios de 1902 mediante un decreto. Los cambios propuestos no fueron tan grandes, pero algunos eran importantes, como la separación del ingeniero de minas del metalurgista, con lo que surgía esta última por primera vez como carrera independiente. También quedaban 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 surgió de «la tendencia a precisar las actividades del ingeniero y a ponerlo efectivamente en contacto con la vida, evitando divagaciones».<sup>55</sup>

Se creó un tronco común de tres años para ingenieros civiles, industriales y de minas con el cual se generalizaba para los tres las materias de Estabilidad de las construcciones, así como Procedimientos de construcción, conocimiento y resistencia de materiales, que volvía a impartirse para ingenieros civiles; se introducía Hidráulica y sus aplicaciones, pero desaparecería 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 se suprimía 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 Mecánica aplicada, y al finalizar los cursos, práctica de Ingeniería Civil durante un año.<sup>56</sup> 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 un año de prácticas al final de la carrera.<sup>57</sup>

Fue hasta principios de 1903 cuando se publicaron los programas para las nuevas materias donde se aprecia que solamente había un curso específico de Ingeniería Civil dividido en tres partes. La primera parte versaba sobre carreteras, la segunda sobre ferrocarriles y de puentes la tercera, de esta forma, sus programas no se amplían. En el caso del programa de Puentes, éste sólo se centraba en los realizados con madera y metálicos abordando 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. Posteriormente, ya se especificaría este curso como Vías de comunicación terrestre y se introduciría de nuevo Vías de comunicación fluviales.<sup>58</sup>

En el curso de Estabilidad de las construcciones se seguirían enseñando tanto procesos analíticos como gráficos para el cálculo de la resistencia y de las cargas a que serán sometidos los elementos constructivos, pero se amplían sus contenidos. Se estudiaban diversos tipos de celosías o armaduras, entre ellas, las Warren, Howe y Pratt.<sup>59</sup> Para fines del Porfiriato, se encuentran algunas innovaciones en la materia, como la naturaleza de las deformaciones pasado

el límite de elasticidad, principios de construcción de presas, pero principalmente aparece por primera vez el estudio del «cemento» armado.<sup>60</sup>

En la materia de Hidráulica y sus aplicaciones se veía de manera rápida hidrostática, posteriormente hidrodinámica teórica para analizar después casos concretos de esta última. Se empezaba 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, 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. La Escuela Nacional de Ingenieros quedó integrada a la Universidad y Díaz en julio de ese año decretó algunas modificaciones menores en sus planes de estudio.<sup>61</sup> 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 Salazar y a los académicos Antonio Anza, Roberto Gayol, Leandro Fernández, Gilberto Crespo Martínez y al ingeniero geógrafo Valentín Gama.<sup>62</sup>



Ing. Civil y Arquitecto Antonio M. Anza



Ing. Civil Roberto Gayol

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 y en la cual acordaron no introducir ninguna modificación por el momento. Sin embargo, para el año siguiente, se nombraba una comisión para estudiar los textos y programas, integrada por Valentín Gama, Salvador Altamirano y presidida por el director Luis Salazar, la cual emitió un dictamen en el que se introducían pequeñas modificaciones, pero más en el sentido de que los temas no se repitieran en distintas materias.<sup>63</sup> No obstante, ese mismo año, Salazar presentó un proyecto que, aunque introdujo cambios importantes, prácticamente dejaba igual el plan de estudios de Ingeniería Civil.<sup>64</sup>

### 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 señalaba la posterior decadencia de la enseñanza de la arquitectura,<sup>65</sup> aun 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.<sup>66</sup>

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.<sup>67</sup> 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».<sup>68</sup> A pesar de los esfuerzos, la consolidación de la arquitectura de manera independiente en Bellas Artes tardaría todavía algún tiempo por lo que seguiremos encontrando egresados como ingenieros arquitectos.<sup>69</sup>



La ambigüedad en la formación de arquitectos y las divisiones, tanto acerca de los planes como de las carreras adecuadas para la Escuela Nacional de Ingenieros, llevarían a que en 1893 se retomaran no sólo las que se impartían en ésta misma en 1883, sino también el plan de 1869 para ingenieros arquitectos con lo que se volvió a establecer esta carrera de manera oficial.<sup>70</sup> Comparando los planes de Ingeniero de Caminos y el de Ingeniero Arquitecto, se aprecia que compartían la mayoría de las materias; no obstante, la primera se diferenciaba por las de Hidromensura, Hidrografía, Meteorología, Construcción práctica, Dibujo de máquinas y las ligadas a la infraestructura, mientras que la segunda por las de Estética, Bellas Artes y monumentos, Arquitectura legal y Presupuestos y avalúos.<sup>71</sup> En esta última, aparte de las cuestiones estéticas, se continuaba con la tradición de enfocar más a los arquitectos para las cuestiones legales y de avalúos.

Sería hasta con las modificaciones de 1897 cuando se decretó la desaparición de la carrera de Ingeniero Arquitecto en la Escuela Nacional de Bellas Artes y se estableció definitivamente la de Arquitectura,<sup>72</sup> y en la cual, al reintegrarse de manera independiente, persistirían las materias de Matemáticas, Mecánica, Topografía y Construcción. Se introdujeron 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 agregaría una parte de Estructuras de hierro, se seguirían impartiendo Avalúos y Arquitectura legal, pero además Arquitectura sanitaria, así como Contabilidad y administración de obras. Sobre todo se incluían 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, por lo que los estudios profesionales constarían propiamente de cinco años.<sup>73</sup> Al centrarse más en estas cuestiones, la carrera de Arquitectura comenzaba a tener una identidad propia, de tal forma que la diferencia con la carrera de Ingeniería Civil se acrecentó, más allá de las materias de infraestructura que habían caracterizado a esta última.<sup>74</sup>

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 graduaba de ingeniero arquitecto en 1894 y de ingeniero de

camino 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, habría algunos alumnos que buscarían titularse de ambas carreras, como Jacinto Gómez y Eduardo Scanlan, egresados de las dos en 1903.<sup>75</sup>

## 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 eran de autores extranjeros, principalmente franceses, lo que sería reforzado durante el Segundo Imperio, aunque conforme se acercaba el cambio de siglo se fueron introduciendo textos norteamericanos. En 1877, al poco tiempo de haber llegado a la dirección, Antonio del Castillo presentaba una extensa lista de los textos que se necesitaban, los cuales se encargarían a Europa donde figuraban varios sobre obras civiles, de ferrocarriles, caminos y obras en los puertos, así como de resistencia de materiales.<sup>77</sup>

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 éstas.<sup>78</sup> Por su parte, el gobierno apoyó en la medida de sus posibilidades la publicación de textos, como el *Tratado sobre caminos comunes, ferrocarriles y canales...*<sup>79</sup> de Pascual Almazán (quien también había trabajado en obras ferrocarrileras), editado con fondos gubernamentales y del cual el Ministerio de Fomento contaba con muchos ejemplares, por lo que del Castillo solicitaría en 1877 «unos cien» para ocuparlos como texto de las clases de Ingeniería Civil.<sup>80</sup> Con el mismo fin, algunos profesores escribían obras propias, apoyados por la dirección de la Escuela que gestionaría los fondos para su publicación ante la Secretaría de Justicia e Instrucción Pública. Así, serían publicadas *Teoría mecánica de las construcciones* de Francisco

Chavero y *Docimasia y metalurgia práctica* del profesor de metalurgia José María César.<sup>81</sup> En 1878, se editaría *Estática de las bóvedas*<sup>82</sup> del arquitecto Manuel Gargollo y Parra, el cual sería todavía utilizado en 1897 por el ingeniero civil Luis Salazar para su cátedra de Teoría mecánica de las construcciones y construcción práctica, aun cuando se apoyaba principalmente en textos franceses.<sup>83</sup>

Cuando la Escuela de Ingenieros pasó a depender del Ministerio de Fomento a fines de 1881, se estrecharía el vínculo entre ambos y comenzaría poco después el traslado de esta secretaría al Palacio de Minería. Al mismo tiempo, el ministerio buscaba impulsar las publicaciones ligadas a sus labores, por lo que se procuró tener una imprenta propia y se acondicionó para ello un espacio en la misma Escuela de Ingenieros donde quedó instalada la imprenta a mediados de 1883.<sup>84</sup> Se comenzó la publicación de libros, tanto de Fomento como de la Escuela, por lo que se establecería con la ley de 1883 que todo profesor propietario estaba obligado a escribir el texto de sus respectivas materias. Al respecto, el gobierno, de acuerdo con la calidad de la obra, compraría la «propiedad literaria» o le asignaría un premio.<sup>85</sup> Aunque lo anterior no se cumplió de manera general, se han encontrado algunos esfuerzos de edición por parte de la Secretaría de Fomento, la cual 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 hicieron 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 títulos en general para la biblioteca. En total, fueron 61 volúmenes los adquiridos.<sup>86</sup>

De la tipografía del Ministerio de Fomento, también saldría en 1884 la obra *Hidromensura*, de su oficial mayor Manuel Fernández Leal, donde se exponían diversos casos para mediciones de agua y se presentaba una sinopsis de hidráulica; dicho texto sería ocupado para las clases en la Escuela Nacional de Ingenieros.<sup>87</sup> Para 1890, el ministerio autorizó la impresión de los *Apuntes para el constructor* de Daniel Palacios, profesor de Construcción y Establecimiento de máquinas, y posteriormente del mismo autor, el *Tratado práctico sobre calderas de vapor*. En 1894, se publicó el libro del ingeniero arquitecto Antonio Torres Torija<sup>89</sup>, titulado *Desarrollo de cálculos del curso de construcción de N. De Vos*<sup>90</sup> y al año siguiente, del mismo autor, *Introducción al estudio de la construcción práctica*.

A finales de siglo, el arquitecto e ingeniero de caminos Manuel Torres Torija escribió su *Álgebra superior y cálculo diferencial e integral*, quien posteriormente sería profesor de la ENI.<sup>91</sup> 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.<sup>92</sup> 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*.<sup>93</sup>

Por otra parte, de los datos existentes sobre las tesis de Ingeniería Civil de las dos últimas décadas del Porfiriato, es posible apreciar 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 titulaba 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 eran las obras ferrocarrileras que se presentaban, como en muchos otros casos, como memorias de los trabajos. Esos serían los dos tópicos principales, pero se han encontrado de manera aislada algunos trabajos sobre caminos y puentes; también para fines del periodo, dos tesis sobre concreto armado: la de Mario Díaz en 1907 y la de Julio Quiroz en 1910.<sup>94</sup>

### Prácticas y gabinetes

En la Escuela de Ingenieros, además de los conocimientos teóricos, un aspecto importante de la formación eran las prácticas, lo que es posible apreciar no sólo en la creación de la Escuela Práctica de Minas, sino en general en todas las carreras.<sup>95</sup> En el presupuesto destinado a las distintas prácticas anuales, las que eran más constantes y a las que se les adjudicaban los mayores recursos a lo largo del Porfiriato eran las de Topografía, seguidas de las de Mineralogía y

Geología.<sup>96</sup> Buscando darles una utilidad práctica a las de Topografía, por lo regular éstas se realizaban al finalizar el año escolar 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».<sup>97</sup>

Por el contrario, las prácticas anuales de Ingeniería Civil o de Caminos serían bastante esporádicas, ya que en 1870 se reportaba por primera vez la práctica para la clase de Puentes, canales y obras en los puertos, y en los dos años siguientes también esta misma, así como la de Caminos comunes y ferrocarriles. Pero, no volverían a ser consideradas sino hasta 1890; posteriormente, en 1893 se le destina una suma importante a la práctica general del Ingeniero de Caminos, Puertos y Canales, aunque nuevamente de manera aislada.<sup>98</sup>

96

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 debían visitar las obras más importantes que se estuvieran realizando en la Capital, no se tiene noticia de que se les asignara alguna partida.<sup>99</sup> No obstante que algunos profesores presentaron propuestas para la realización de prácticas anuales de diversas materias relacionadas con la construcción, al parecer éstas 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 impartiendo, 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; sin embargo, aún no se han encontrado datos que confirmen que realmente éstas se llevaron a cabo.<sup>100</sup>

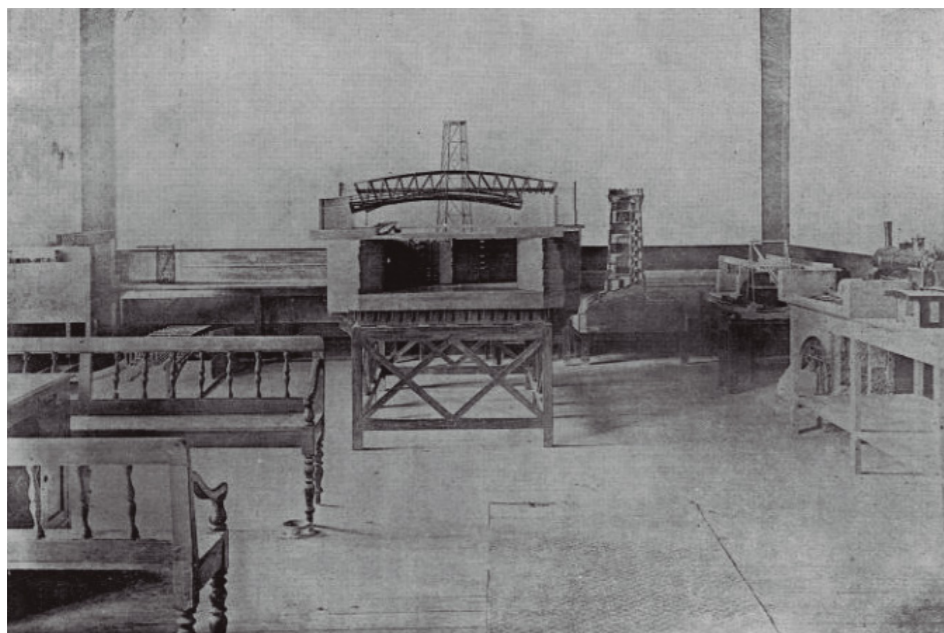
Como ya se mencionó, a partir de los planes de 1883, se le dio una mayor importancia a las prácticas, las cuales se realizarían a lo largo y al final de cada año, así como un año más al final de las carreras. Para el caso de los ingenieros civiles, aunque no solían realizar prácticas anuales, sí cumplían con el requisito de las que se exigían al término de la carrera, las cuales podían realizarse, como se establecía, en caminos, ferrocarriles, canales, obras en los puertos o en el desagüe del Valle de México. Entre 1882 y 1892, treinta y tres alumnos iniciaron sus prácticas finales y se tiene el reporte de veintitrés que las terminaron; la mayoría optó por realizarlas en ferrocarriles, pero incluso cuatro alumnos prefirieron hacerlas en Europa.<sup>101</sup>

Para 1903, la práctica anual final de ingenieros civiles consistía en 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 tenían que determinar la resistencia de los materiales de construcción en las oficinas del país donde pudiera realizarse, así como efectuar visitas a ferrocarriles, canales, obras en los puertos, las del desagüe o del saneamiento de la ciudad o a los edificios importantes que se estuvieran construyendo.<sup>102</sup> De la información con la 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 optaría por realizarlas en los puertos, en especial, en Veracruz; algunos en otras obras hidráulicas o de otro tipo o incluso en el extranjero, de manera particular en los Estados Unidos de Norteamérica.<sup>103</sup>

97

En 1880, el Ministerio de Fomento le obsequió a la Escuela de Ingenieros dos modelos de puentes, uno de piedra y otro de celosía.<sup>104</sup> Posteriormente, cuando en 1881 la Escuela pasó a depender de aquel ministerio, recibiría los fondos para aumentar su acervo bibliográfico y también para enriquecer sus gabinetes, de esta manera se adquirieron 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 por encontrarse en esa época en París prefirió comprar algunos allá, así adquirió 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.<sup>105</sup>



Modelos de la Escuela Nacional de Ingenieros en 1899

### Conocimiento de materiales de construcción y determinación de su resistencia

Un caso ejemplar, debido a su importancia para el cálculo de la resistencia de las edificaciones, sería el curso de Conocimiento de materiales de construcción como también sus prácticas, donde se buscaba determinar la resistencia de los distintos materiales mediante experimentación. Aun cuando desde la

restauración de la República se introdujo la clase de Conocimiento de materiales y de los terrenos en que deben establecerse las obras,<sup>106</sup> ésta desaparecería poco después durante varios años y sería impartida nuevamente hasta 1882. En ese año, Francisco de Garay solicitaba se le tuviera en cuenta para impartir dicha cátedra argumentando que era conveniente que fuera enseñada por un ingeniero constructor, pero se le contestó que ésta acababa de ser otorgada a Gilberto Crespo y Martínez; para ese momento, se dejaba fuera de la materia las cuestiones referentes a los suelos.<sup>107</sup> Crespo daría por primera vez la práctica al término del curso, que sería impartida al año siguiente por el ensayador José G. Aguilera. Aun 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, y por esta razón la práctica solamente se enfocaba en visitar diversos proveedores de materiales, como canteras, ferrerías, fábricas de ladrillos, de cal y de cemento, la fábrica de vidrio plano de Texcoco, madereras, entre otros, y obtener sus precios.<sup>108</sup>

Junto con la reincorporación del curso de Conocimiento de materiales de construcción y la dependencia de la Escuela del Ministerio de Fomento se crearía el gabinete de la cátedra, el cual contaba con seiscientas muestras en 1882 que se ampliarían en los años posteriores, con la colaboración de esa secretaria, para la recolección de los materiales.<sup>109</sup> A la vez, se comenzarían las gestiones para conseguir también los instrumentos necesarios para determinar la resistencia de los materiales. Al respecto, el director de la Escuela, Antonio del Castillo, haría notar la falta de aparatos experimentales en el gabinete al solicitar un aumento del presupuesto que serviría también para la compra de ejemplares para completar la colección de materiales constructivos.<sup>110</sup>

La importancia que se le otorgaba a la adquisición de los aparatos llevaría incluso algunos años a suspender las prácticas de la clase y a encauzar los recursos que se habían asignado a la compra de maquinaria.<sup>111</sup> De esta manera, 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.»<sup>112</sup>

No obstante que la incorporación de la Escuela al Ministerio de Fomento permitió comenzar rápidamente con diversas gestiones en Europa para conseguir las máquinas, su adquisición sería lenta y conflictiva. Se encomendó a diversas personas las labores para su adquisición, como Delfín Madrigal, que se encontraba comisionado en Europa para la compra de aparatos del Ferrocarril de Tehuantepec y a quien se le encargaron también las máquinas para determinar la resistencia de materiales. Los profesores Manuel Gargollo, que también se encontraba en Europa, y Gilberto Crespo, quienes escribirían a los constructores de Nuremberg con algunas especificaciones mientras que en París también se informaban de los precios de otros proveedores.<sup>113</sup> En 1888, al ingeniero Francisco Díaz Covarrubias (que fungía como Cónsul General de México en París) se le envía lo que se había ahorrado de la práctica referida para la compra de máquinas de experimentación de resistencia de materiales.<sup>114</sup>

Aun 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 mencionaba que se había conseguido su consentimiento para ocuparlas para la práctica de ese año, poco después se decidió suspenderla para utilizar sus recursos en la adquisición de aparatos propios de la Escuela con los cuales, por fin ese mismo año, el profesor Crespo lograría comprar las máquinas necesarias.<sup>115</sup> En consecuencia, 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.

De nuevo se pensó ocupar los fondos destinados a la práctica de Conocimiento de materiales de construcción para la instalación de la maquinaria recién adquirida, pero la Tesorería General de la Federación no consintió ese destino y recogió dichos recursos. No obstante, poco tiempo después, la dirección de la Escuela solicitó varias veces dichos fondos a la Secretaría de Hacienda, pero todo esto resultó infructuoso. Posteriormente, el ingeniero civil Antonio M. Anza presentaría un proyecto para convertir el antiguo salón del Palacio de Minería, que en otro tiempo fue comedor, en gabinete de experimentos de materiales, lo cual fue autorizado por la Secretaría de Justicia e

Instrucción Pública para fines de 1892. Los trabajos de remodelación se iniciaron al año siguiente, pero no serían concluidos sino hasta 1898.<sup>116</sup>

De manera paradójica, cuando por fin se logró 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 plantearía desaparecerla con el fin de simplificar el plan de estudios de Ingeniero de Caminos, lo cual sería retomado en las diversas propuestas que se generarían para la reestructuración de los planes de estudio. El ingeniero en minas Manuel María Contreras propuso que los principios de esa clase fueran impartidos como introducción del curso de Teoría mecánica de las construcciones y construcción práctica.<sup>117</sup> La Asociación de Ingenieros y Arquitectos deseaba integrarla en la parte de Procedimientos generales de construcción en la cual se verían los materiales y mezclas de la «manera más práctica posible»,<sup>118</sup> mientras que Antonio del Castillo pretendía suprimir todas éstas para introducir solamente una clase de Construcciones civiles.<sup>119</sup>

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.<sup>120</sup> Tal vez siguiendo estas ideas, para los planes de 1897 desaparecía efectivamente la clase de Conocimiento de materiales de construcción, pero surgirían la de Procedimientos de construcción práctica, así como Conocimientos y experimentación de materiales, esta última 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 acerca de sus propiedades mecánicas, principalmente de su resistencia.

Sería hasta con las modificaciones de 1902 cuando la clase de Procedimientos de construcción, conocimiento y resistencia de materiales se incorporaría al plan de estudios de Ingeniería Civil.<sup>121</sup> Para el año siguiente, el profesor de la clase, Antonio M. Anza, ya incluía una parte de «pruebas» en donde procuraba «hacer el mayor número de ensayos, que sea posible, sobre resistencia de materiales». Para el programa de 1906, Anza propondría que las «experiencias de ensayo» se realizaran una vez por semana «haciendo uso de las máquinas que posee para esto el gabinete de experiencias, estudiando de

preferencia los materiales del País» determinando su resistencia a la compresión, a la tracción, a la flexión, al cortamiento, a la torsión y al uso.<sup>122</sup>

En resumen, aun cuando parece ser que el gobierno ya contaba con instrumentos para determinar la resistencia de los materiales desde finales de la década de 1880, no hubo un impacto inmediato en el conocimiento de los materiales nacionales. Así, en 1895 la Asociación de Ingenieros y Arquitectos nombra una comisión para que «haga los estudios necesarios y colecciona los datos relativos a la resistencia de los materiales que se emplean en las construcciones de la República».<sup>123</sup> Por su parte, los estudiantes tendrían que esperar hasta que se lograra conseguir e instalar los instrumentos de la Escuela de Ingenieros. La falta de apoyo institucional, pero principalmente el cambio de enfoque en cuanto a dónde debería ubicarse el estudio de los materiales, separados de Ingeniería Civil e incorporados a la incipiente Ingeniería Industrial, 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. Así, cuando se proyectó la construcción de un laboratorio de resistencia de materiales en 1892, al mismo tiempo comenzaron las discusiones que llevarían a la separación de estos saberes, por lo que sería hasta 1898 cuando se logre terminar el laboratorio y, posteriormente, en 1902 cuando estos saberes sean reintegrados a la carrera de Ingeniería Civil.

102

### Nuevos métodos, técnicas y materiales

La introducción de nuevas técnicas y materiales en el país poco a poco se iría reflejando en los planes de estudios. En el caso de las construcciones de estructuras metálicas, cuyos primeros ejemplos datan de mediados del siglo XIX,<sup>124</sup> se aprecia ya su incorporación para la década de 1880 en los programas de la Escuela de Ingenieros de los que se tiene conocimiento. 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 estudiaba los puentes desde sus distintos materiales, incluyendo fierro (colado y dulce) y acero, en su estructura como en sus cimientos.<sup>125</sup> 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.»<sup>126</sup>

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 y, en 1894, ya se veía de manera más puntual su resistencia, así como la carga de seguridad, la carga con la que «comienza a alterarse la elasticidad» y la de ruptura.<sup>127</sup> En 1897, se dividía en dos clases Estereotomía y Carpintería, a esta última se le agregaría «estructuras de hierro». En 1899, en Estática de las construcciones ya se estudiaba el cálculo de distintos tipos de armaduras.<sup>128</sup> Con las modificaciones de principios del siglo XX se veían rápidamente las construcciones metálicas en Procedimientos de construcción;<sup>129</sup> por su parte, la nueva cátedra de Puentes sí trataba un poco más los realizados mediante estructuras metálicas.

103

Se puede observar que sería hasta que se aproxima el cambio de siglo cuando se introduciría el cálculo de armaduras, al mismo tiempo que la ENI lograría establecer por fin el gabinete para realizar los ensayos de resistencia de materiales. Lo anterior parece indicar un desfase de la Escuela para estudiar y analizar adecuadamente las estructuras metálicas que hacía tiempo ya se venían realizando en el país. Con relación a la incorporación del análisis de estructuras, se requiere de un estudio más profundo del contenido de los cursos para comprender cómo se introdujeron en el plan de estudios.

En el caso del concreto armado, su incorporación a los programas de estudios como su utilización en la labor constructiva nacional,<sup>130</sup> se daría aún más tarde, cuando el Porfiriato estaba por concluir. La primera noticia al respecto sería la clase de Procedimientos de construcción, conocimiento de los materiales y determinación de sus resistencias, donde el profesor Antonio M. Anza veía las características y diferentes sistemas de «cemento armado».<sup>131</sup> En 1909,

y a propuesta del entonces alumno Modesto Rolland, se establecieron «academias libres de concreto armado»,<sup>132</sup> es decir, no dentro de una asignatura normal. Poco después, se plantearía su estudio en la materia de Estabilidad de las construcciones.<sup>133</sup>

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, los cuales no se lograron establecer ni tampoco para el plan de 1869, no obstante, para 1883 sólo aparecería Hidrografía junto con Meteorología. Sería hasta 1897 cuando se pudieron incorporar las cátedras de Hidráulica y la de Ingeniería sanitaria, así como transformar la clase de Puentes, canales y obras en los puertos en las de Vías de comunicación fluviales y obras hidráulicas de toda especie. Sin embargo, con las modificaciones de 1902 desaparecería Ingeniería sanitaria y se impartiría sólo Hidráulica y sus aplicaciones, donde se abordaba someramente el saneamiento de ciudades.<sup>134</sup>

Por su parte, también en la Escuela Nacional de Bellas Artes lentamente se habían venido incorporando los nuevos materiales. De esta manera, desde 1880 se presentarían proyectos que combinaban las estructuras de fierro con grandes ventanales.<sup>135</sup> 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.<sup>136</sup> De igual forma que en la carrera de Ingeniería, en 1897 a la materia de Carpintería de la carrera de Arquitectura también se le agregaba 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.<sup>137</sup>

Regresando a la ENI, en la clase de Caminos comunes y ferrocarriles, impartida por Eleuterio Méndez, aun 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,<sup>138</sup> poco a poco se fueron introduciendo novedades. Para 1888 se estudiaban de manera más amplia los caminos comunes donde se incorporaban métodos como el Mac Adam, con el que ya se

venían haciendo algunos trabajos desde mediados de siglo, así como el asfalto, aunque someramente; de igual forma se estudiaban los tranvías y sus distintos medios de tracción.<sup>139</sup>

En esa misma época comenzó el desarrollo de la industria y de la electricidad, aunque más lentamente en México que en algunos otros países. Aun cuando en 1867, junto con la carrera de Ingeniería Civil, se introdujo en la Escuela de Ingenieros la de Ingeniero Mecánico, ésta tendría un desempeño muy pobre. Al pasar a depender de Fomento, se buscaría vincular más a la Escuela con la industria y las nuevas tecnologías. Para 1883, debido a su bajo éxito desaparecería la carrera de Ingeniero Mecánico. En su lugar quedaría otra carrera más completa, Ingeniería Industrial,<sup>140</sup> y se establecería también la carrera corta de Telegrafista.<sup>141</sup> 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.

Aun cuando llegan a graduarse cuatro telegrafistas en 1886,<sup>143</sup> la carrera no tuvo mucho éxito, pues éstos serían los primeros y los últimos, ya que en 1888 el



Agrimensor Manuel Fernández Leal  
© 451408 CONACULTA. INAH. SINAFO.  
FN. Fondo Felipe Teixidor. México

mismo profesor de Telegrafía, general Mariano Villamil, presentó un proyecto para sustituirla por la carrera de Ingeniero Electricista, que fue aprobado por Díaz al año siguiente.<sup>144</sup> A la vez que se establecía la carrera de Ingeniero Electricista, también se trataba de introducir en las demás profesiones los avances que en materia de electricidad se estaban dando. Por su parte, Manuel Fernández Leal buscaría impulsar una propuesta para crear materias complementarias para aquéllas,<sup>145</sup> tendientes a formar a los alumnos en los nuevos desarrollos eléctricos, principalmente en aplicaciones prácticas, así

propondría introducir materias como Telefonía y Alumbrado público. Para la carrera de Ingeniero de Caminos, Puertos y Canales se crearían las asignaturas Aplicaciones eléctricas a los caminos de fierro, Tracción eléctrica y pararrayos, pero no se impartirían.<sup>146</sup> Para 1897, además de mantenerse las carreras de Ingeniero Industrial y la de Ingeniero Electricista, también se establecería que los ingenieros civiles debían asistir a la clase de Aplicaciones de la electricidad (transporte de fuerza y a la tracción), aunque no era necesario aprobarlas.<sup>147</sup>

Será hasta fines del periodo estudiado cuando nuevamente se plantee reintroducir la carrera de Ingeniero Mecánico como propone el director Luis Salazar en 1911, pero será hasta el año siguiente cuando se cree la carrera de Mecánico Electricista.<sup>148</sup> De esta manera, podemos apreciar que aunque la Ingeniería Mecánica se proponía ya desde mediados de siglo al mismo tiempo que la Civil y de que se crea junto con ésta en 1867, su desempeño será muy pobre por lo que desaparecerá hasta el final del Porfiriato, periodo en el que por su parte la ingeniería civil se consolidará como carrera. Lo anterior nos habla no sólo de un atraso académico sino principalmente de escasez de oportunidades laborales ante la falta de una industria mecánica y eléctrica nacional<sup>149</sup> en contraste con el auge constructivo que ofrecía diversas posibilidades de trabajo a los ingenieros civiles.<sup>150</sup>

## 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 alcanzaron puestos importantes en la Escuela Nacional de Ingenieros. En 1889, por primera vez un ingeniero civil, Leandro Fernández, ocupaba de manera interina la dirección de la Escuela, y posteriormente también el profesor de la carrera de Ingeniería Civil, el ingeniero arquitecto

Eleuterio Méndez, quien ocupó la dirección entre 1890 y 1891.<sup>151</sup> A la vez, en 1890, la junta de profesores de la Escuela eligió a Francisco de Garay como representante ante la junta directiva de instrucción pública.<sup>152</sup>

Para 1895, concluía el largo periodo directivo de Antonio del Castillo, que con algunas interrupciones había perdurado desde el ascenso de Porfirio Díaz, y entraba en su lugar por primera vez un ingeniero civil (sin el carácter de interino), Leandro Fernández, quien ocuparía la dirección de ese año hasta 1900.<sup>153</sup> Incluso, cuando entre 1897 y 1898 se tuvo que nombrar un director interino, esa designación recayó sobre otro ingeniero civil: Mateo Plowes. Con la salida de Antonio del Castillo, en la dirección dejaron de prevalecer los ingenieros de minas, quienes tradicionalmente habían ocupado ese cargo, ya que serían posteriormente civiles la mayoría de los ingenieros que estarían al frente de la Escuela.

Con el nuevo plan de 1897, para el siguiente año se dieron nombramientos de profesores, de los cuales varios serían ingenieros civiles formados en la misma Escuela, quienes impartirían 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.<sup>154</sup>

En 1900 terminó la dirección del ingeniero civil Leandro Fernández y entró 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 lo sustituiría. 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.<sup>155</sup>

Como se puede observar, seguiría siendo común que los egresados y profesores de la Escuela de Ingenieros se desempeñaran como maestros y directivos de su *alma mater*, pero también llegarían a colaborar en otras



instituciones educativas. En el centenario del Colegio de Minería, el ingeniero de minas Celso Acevedo decía lo siguiente:

«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, resaltaba su aportación para la Escuela Nacional Preparatoria, llegando incluso a aseverar que a ésta 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 que no recordamos, para establecer allí los mismos estudios de nuestra Escuela y por sus mismos profesores.»<sup>156</sup>

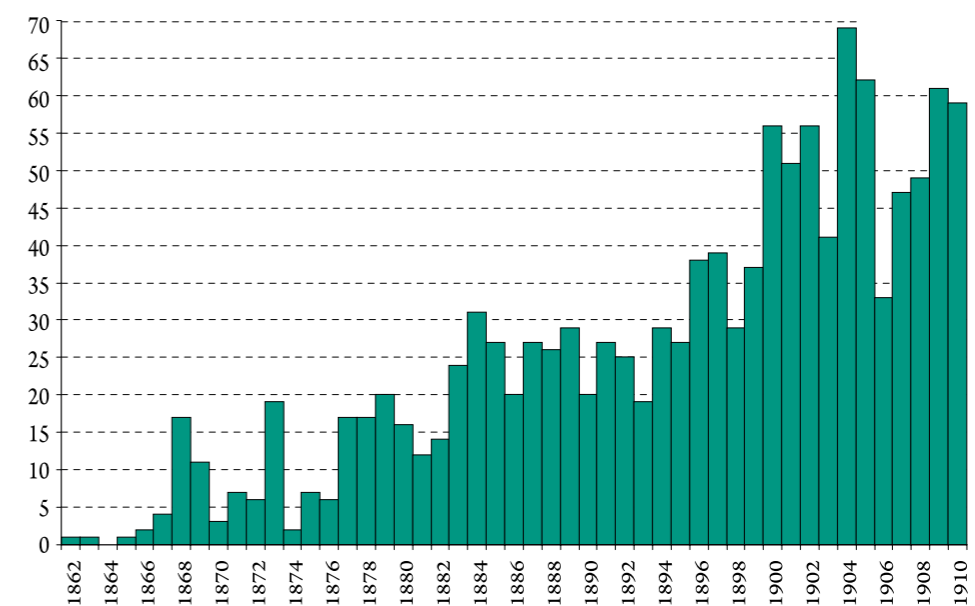
El intercambio de docentes con Bellas Artes sería constante, como el ingeniero de caminos e ingeniero arquitecto Manuel Torres Torija, profesor de Matemáticas y de Construcción y adjunto de la clase de Mecánica racional y aplicada en San Carlos.<sup>157</sup> De igual forma, egresados de la Escuela de Bellas Artes seguirían desempeñándose como profesores en la Escuela de Ingenieros como los arquitectos Emilio Dondé y Nicolás Mariscal,<sup>158</sup> así como los ingenieros arquitectos Ignacio Alcérreca y Comonfort y Ángel Anguiano, quien era además ingeniero topógrafo.<sup>159</sup> También los ingenieros civiles y arquitectos Juan y Antonio Anza se desempeñaron ambos como profesores de la ENI.<sup>160</sup>

No era 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, y Mateo Plowes para Topografía, así como el arquitecto Vicente Heredia para Estereotomía y caminos y arquitectura, quien después fue sustituido en la primera por el ingeniero civil y arquitecto Ramón Agea.<sup>161</sup> También fue catedrático de ese Colegio como de

la ENI, el ingeniero civil Manuel Marroquín y Rivera. Mientras que el caso contrario, que los ingenieros militares impartieran clases en la Escuela de Ingenieros sería menos común.

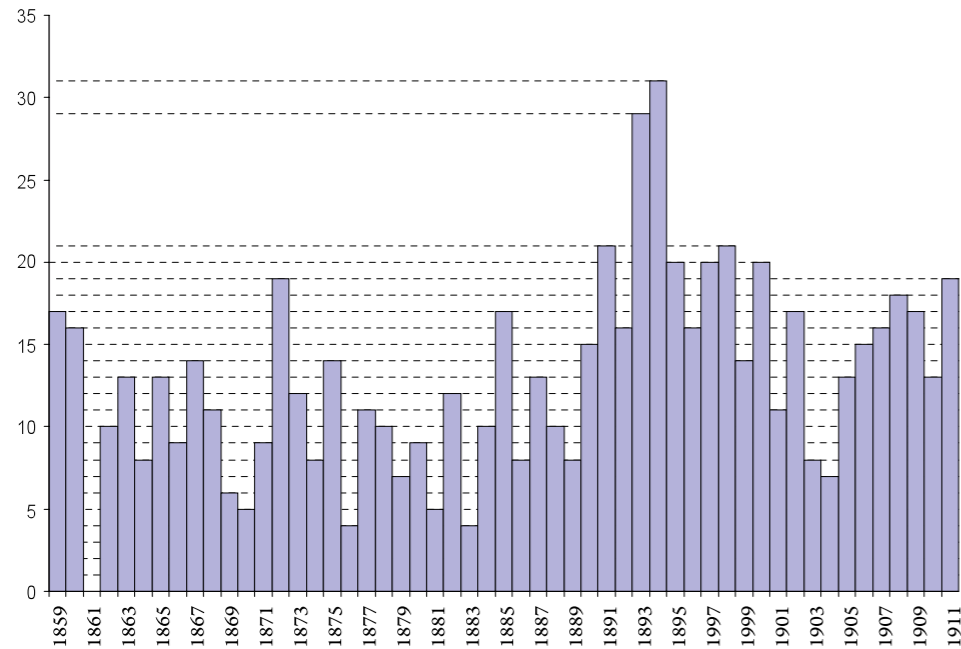
### Estadísticas de alumnos graduados en la Escuela de Ingenieros

De manera general, los alumnos de Ingeniería tuvieron un incremento notable durante el Porfiriato. Al respecto, analizando los datos disponibles de alumnos inscritos de primer ingreso, en la gráfica 3 se puede apreciar que, aun con sus altibajos, hubo una tendencia de incremento remarcada a partir de la llegada de Díaz al poder en 1877, que aumentaría en 1883-1884 para después sostenerse en valores que rondaban los 25 nuevos alumnos hasta 1896, cuando comenzó a elevarse nuevamente su número, que alcanzaría para 1904 su máximo con 69 alumnos nuevos.<sup>163</sup>



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

Por otra parte, en la gráfica 4, aun cuando se puede observar un leve incremento en el número de egresados a partir de 1885, sería durante la última década del siglo, especialmente en su primera mitad, cuando el aumento se volvería más importante. El número de titulados superó su máximo de 19 alumnos titulados de 1872, rebasando por primera vez los 20 en un año al llegar a 21 en 1891, a 29 en 1893 y, alcanzando su máximo histórico por mucho tiempo, con 31 egresados en 1894. Sin embargo, dicho aumento no continuó, ya que posteriormente sufriría una nueva baja, volviendo a niveles que rondaban entre los 10 y los 20 egresados por año, aun con sus excepciones, como en 1898 con 21, y en los años de 1903 y 1904 con 8 y 7 titulados, respectivamente, lo que aun así representó un número importante de egresados.<sup>164</sup>

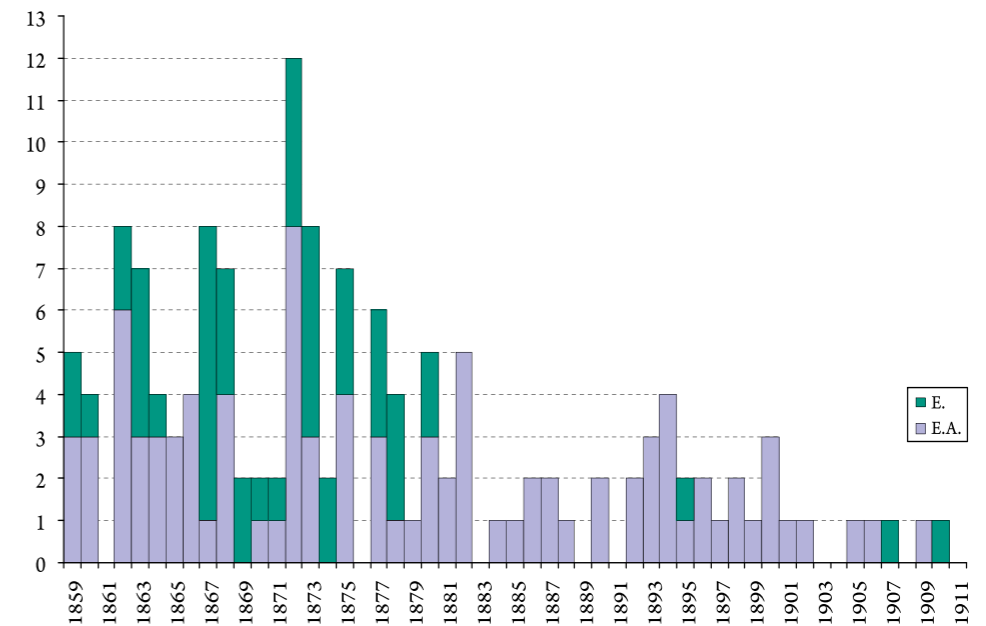


Gráfica 4. Graduados totales. Colegio de Minería-ENI

A pesar de no contar con estadísticas del total de alumnos inscritos, si se compara la gráfica de primer ingreso con la de graduados (gráficas 3 y 4, respectivamente), se puede apreciar que el número de éstos no logró seguir el aumento

de los alumnos que ingresaron en la Escuela Nacional de Ingeniería durante el Porfiriato. La cifra de graduados alcanzaría su máximo ya desde 1893-1894, periodo en el que el número de alumnos de primer ingreso comenzó a incrementarse de manera constante, lo que no tendría una repercusión importante en la cantidad de egresados, la cual disminuyó después de 1894. Se observa 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 tanto, se concluye que disminuyó la eficiencia terminal, donde fue un factor determinante la alta deserción, la cual por esa época alcanzaba el 70% en escuelas preparatorias y profesionales.

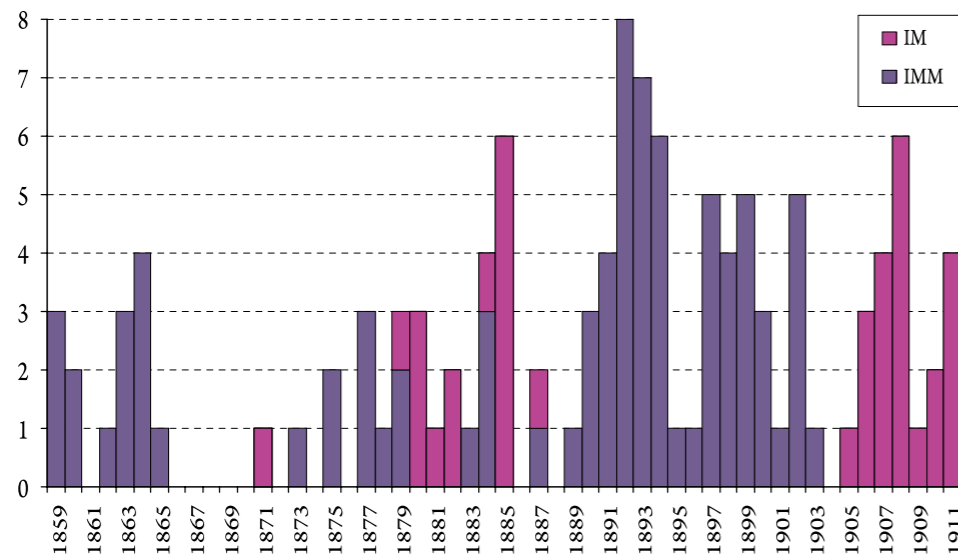
Por otro lado, el número de graduados variaba mucho de carrera en carrera, pues cada una tenía un desenvolvimiento particular. Incluso, no todas incrementaban su número de titulados, tal era el caso de los ensayadores (y ensayadores apartadores), los cuales después de alcanzar 12 egresados en 1872, tendieron a disminuir hasta llegar a cifras mínimas de uno o dos por año, como se observa en la gráfica 5.



Gráfica 5. Titulados de ensayador y ensayador apartador

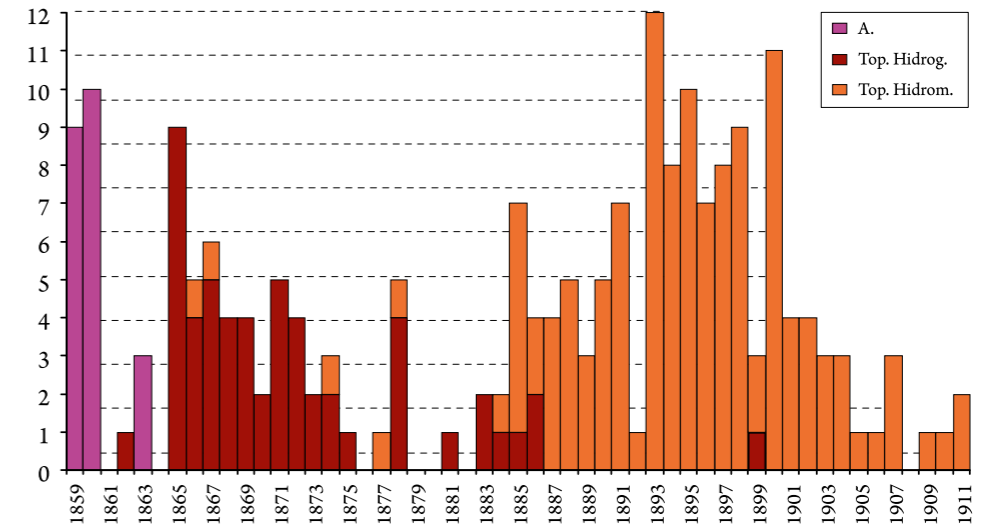
Por su parte, las ingenierías ligadas a la industria y a las nuevas tecnologías no lograrían consolidarse, como sucedió con Ingeniería Mecánica y la carrera de Telegrafista, así como también con Ingeniería Industrial, de la cual en la mayoría de los años no se presentarían egresados, y cuando los hubo, serían solamente uno o máximo dos, como en 1895.<sup>167</sup>

En el resto de las carreras, sí se observan aumentos importantes en el número de titulados. De acuerdo con los datos de los que se tiene registro (es decir, después de 1859), los ingenieros de minas y metalurgia alcanzaron su máximo en 1892 con ocho egresados, manteniendo aún con altibajos sus niveles normales de egresados a lo largo del Porfiriato, como se muestra en la gráfica 6.



Gráfica 6. Titulados de ingeniero de minas e ingeniero de minas y metalurgista

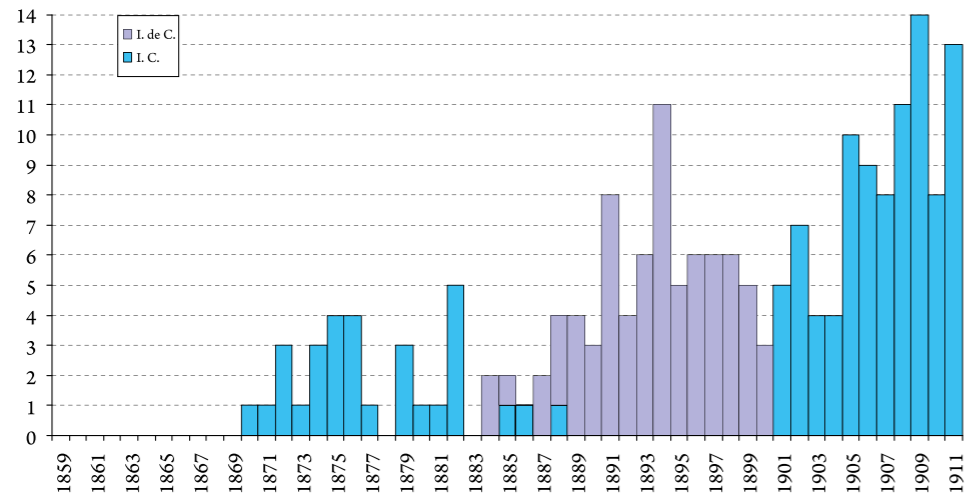
En cuanto a los topógrafos e hidrógrafos o hidromensores, se puede observar en la gráfica 7 que después de descender su número de egresados durante la década de 1870, se incrementaría a partir de la segunda mitad de la siguiente<sup>168</sup> y alcanzaría su máximo del periodo estudiado en 1893 con 12 titulados, lo cual se mantendría en niveles altos hasta al cambio de siglo, cuando volvería a descender a máximo cuatro egresados por año.<sup>169</sup>



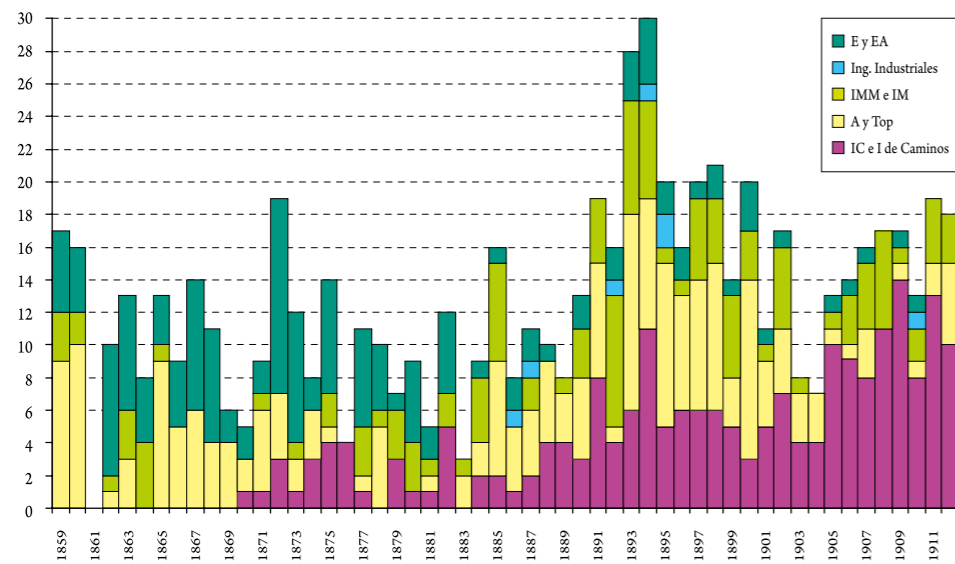
Gráfica 7. Titulados de agrimensor, topógrafo hidrógrafo y topógrafo hidromensor

En lo que respecta a los ingenieros civiles, como se puede apreciar en la gráfica 8, aun cuando el primer graduado fue de 1870 y en 1882 se titulaban ya 5 alumnos,<sup>170</sup> sería en los últimos veinte años del Porfiriato cuando por primera vez alcanzarían números importantes. Durante la década de 1890, ya como ingenieros de caminos, puertos y canales, se incrementó el número de egresados, los cuales llegaron a 11 en 1894, para posteriormente descender y ubicarse alrededor de los 5 por año, cifra no despreciable para la época si se compara con otras carreras. Para el último quinquenio del Porfiriato, nuevamente como Ingeniería Civil, la carrera tendría un nuevo despunte al alcanzar los 14 egresados para 1909, máximo histórico no sólo para Ingeniería Civil, sino para cualquier carrera de la Escuela durante el periodo estudiado.

A diferencia de las demás carreras, incluso de aquellas en las que también aumentaron sus egresados, como Ingeniero de Minas y Metalurgia y Topografía, la carrera de Ingeniería Civil logró mantener, a pesar de sus altibajos, el número de sus egresados a lo largo de los últimos años del Porfiriato. La Ingeniería Civil sostuvo una tendencia de crecimiento en este periodo, mientras que las otras tuvieron un mayor número de años en los que disminuyeron mucho sus titulados o fueron nulos.



Gráfica 8. Titulados de ingeniero civil e ingeniero de caminos, puertos y canales

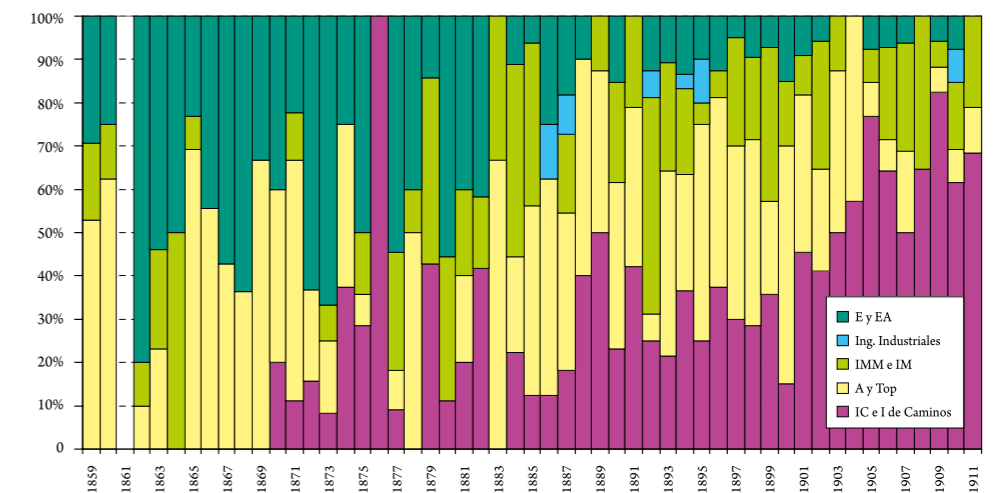


Gráfica 9. Titulados por grupo de carreras afines<sup>171</sup>

Si se compara el número de titulados de las diversas carreras, se puede observar en la gráfica 9 cómo poco a poco la Ingeniería Civil fue cobrando mayor importancia dentro de la ENI. Durante el auge de los noventa, el incremento

sería sostenido por varias carreras: Ingeniero de Minas, de Caminos y Topografía; el número total de egresados de la ENI alcanzaría sus valores máximos, manteniéndose la Ingeniería Civil como una carrera importante, aunque no se podría decir que fuera claramente la principal. Para principios del nuevo siglo, disminuirían los titulados totales para volver a recuperarse a partir de 1905, pero los titulados de las carreras de Ingeniero de Minas y Topografía no aumentarían en este último lustro del Porfiriato. Este nuevo incremento de los egresados de la Escuela estaría sustentado, principalmente, en el aumento de los graduados de Ingeniería Civil, con lo que se establecería como la carrera más importante de la institución.

En la gráfica 10 se aprecia cómo el porcentaje de titulados, que representaban los ingenieros civiles o de caminos, se fue incrementando ya de manera constante a partir de la segunda parte de la década de 1880, lo que sería más notorio para el cambio de siglo. De esta manera, en 1903 se observa un cambio muy significativo en el número de titulados en la Escuela Nacional de Ingeniería: los ingenieros civiles empezaban a ser, por lo menos, la mitad del total de los egresados.<sup>172</sup>



Gráfica 10. Porcentaje de titulados por grupo de carreras afines

De igual forma, en los pocos datos disponibles de alumnos inscritos, se observa que el crecimiento de la matrícula de Ingeniería Civil se venía dando desde hacía tiempo. De esta manera, de los alumnos que cursaban 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.<sup>173</sup> La preeminencia de la Ingeniería Civil se remarcaría aún más con el cambio de siglo, ya que llegaban a representar, 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 que estudiaban Ingeniería Civil era avasalladoramente mayor que cualquier otra carrera de la ENI, pues para 1909 del total de los 216 alumnos inscritos 183 estudiaban Ingeniería Civil, o sea, el 84.7%,<sup>174</sup> los cuales llegaron a representar para 1910 el 81% de los 233 inscritos.<sup>175</sup>

### Origen de los ingenieros civiles y estudios en el extranjero

Los alumnos que decidían estudiar en la Escuela Nacional de Ingeniería no eran originarios solamente de la Ciudad de México, sino que algunos provenían de diferentes estados de la república. Como ya se destacó, Xalapa fue una de las ciudades pioneras en hombres con esta vocación, origen de los primeros ingenieros civiles formados en el extranjero, posteriormente, se seguirían formando en la capital del país ingenieros provenientes de esa ciudad, por mencionar sólo dos de los ejemplos más destacados tenemos a 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.<sup>176</sup> La llegada de estudiantes de diversas partes de la república para estudiar en la Escuela Nacional de Ingeniería perduraría hasta fines del régimen; por ejemplo, para el año escolar 1909-1910 de los 63 alumnos inscritos, más de la mitad no había realizado sus estudios preparatorios en la Ciudad de México.<sup>177</sup>

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 suficiente decidieron hacer estudios de Ingeniería o de Arquitectura en el

extranjero. No se tiene referencia de que siguieran viajando a España como antes, pero sí a Francia como Antonio Rivas Mercado que se recibió de arquitecto en la Escuela de Bellas Artes de París en 1878. También 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 a los cuales encauzaba hacia las ingenierías que veía tan necesarias para sus países de origen. Fue él quien convenció a Miguel Ángel de Quevedo de estudiar la carrera de Ingeniería Civil, el cual egresaría en 1887 de la Escuela Politécnica con la especialidad de Ingeniería Hidráulica. Por su parte, Manuel Arrigunga estudiaría en la Escuela de Puentes y Calzadas, así como Luis Stampa que se titularía en París en 1907.<sup>178</sup> No todos los que viajaban a Europa cursaban carreras completas, algunos estudiantes de Ingeniería Civil de la ENI optaron por realizar sus prácticas en Europa entre 1886 y 1889,<sup>179</sup> este fue el caso de cuatro alumnos, entre ellos, Manuel Marroquín y Rivera que visitaría obras en Francia, Holanda e Inglaterra y asistiría a cursos en la Escuela de Puentes y Calzadas, o de Roberto Gayol que ampliaría su formación gracias a sus múltiples viajes no sólo por Europa sino también por América, Asia y África.<sup>180</sup>

Además de las escuelas europeas, se empezaría a voltear a ver a las norteamericanas, pero generalmente como un complemento a la formación, como fue el caso del Rensselaer Polytechnic Institute, el cual atraía a un número importante de estudiantes de todo el continente desde 1850. Los mexicanos comenzarían a arribar más tarde: los primeros cuatro entre 1865 y 1869, otros tres entre 1875 y 1879, y otros cuatro en los siguientes cuatro años. Pero de todos ellos, ninguno llegó a graduarse, lo que no necesariamente representaba una ineficacia académica, sino más bien un mayor interés en adquirir ciertas habilidades o conocimientos que un título.<sup>181</sup> Así, de los casos que se tiene referencia, la mayoría iría 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.<sup>182</sup> Por otra parte, algunos harían sus prácticas profesionales en ese país, ese fue el caso, primero, del ingeniero civil Mateo Plowes y, posteriormente, de los ingenieros de caminos Carlos Daza, Juan Mateos, Álvaro Rodríguez y Francisco Serrano.<sup>183</sup> Solamente se cuenta con el dato de Guillermo de Alba (1873-1935), quien

realizó sus estudios de Ingeniería en Chicago.<sup>184</sup> Todos los anteriores regresaron a laborar a su país.

Lo anterior confirma, con los ingenieros en particular, lo que Xavier-Guerra señala para todos aquellos que querían y tenían la posibilidad de realizar estudios en el extranjero en cualquier área del conocimiento, pues sostiene que durante el Porfiriato viajaban a Europa... «sobre todo, a Francia y, cada vez más frecuentemente, a los Estados Unidos.»<sup>185</sup> Junto con las modificaciones a los planes de estudio de 1902, se procuró impulsar el perfeccionamiento de los estudios en el extranjero, pues se otorgarían becas a los alumnos destacados que desearan viajar a otros países para continuar estudiando.<sup>186</sup>

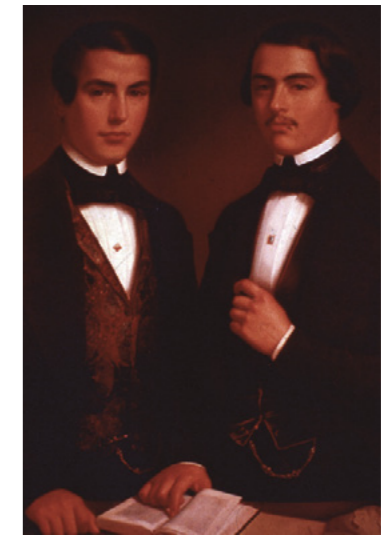
#### Vinculación con otras dependencias y asociaciones

Junto con la consolidación de las ingenierías en la Escuela de Ingenieros, también se reforzó el vínculo de ésta con el gobierno, donde colaboraban sus egresados, profesores y directivos. A este respecto, cabe mencionar el caso del Ministerio de Fomento, donde a pesar de que al llegar Porfirio Díaz al poder, Blas Balcárcel fue removido tanto de la dirección de la Escuela como de esa secretaría, la relación entre sus miembros no se rompería. Vicente Riva Palacio quedó a cargo de Fomento y Antonio del Castillo como director de la Escuela, quien en 1879 fue sustituido por el agrimensor Manuel Fernández Leal. Este último ya era Oficial Mayor de Fomento, donde quedó al frente, aunque no fue designado ministro, al renunciar Vicente Riva Palacio por presiones políticas ese mismo año. Ya en la presidencia de Manuel González, Díaz quedaría como Ministro de Fomento, pero sería sustituido en 1881 por uno de sus leales militares, Carlos Pacheco. Al parecer Fernández Leal desempeñaba un importante papel en dicha secretaría, para dedicarse de lleno a ella renunciaría a la dirección de la Escuela de Ingenieros.<sup>187</sup> No obstante, la relación entre ambas instituciones continuaría, incluso se reforzaría al pasar a depender la escuela de aquel ministerio a fines de ese año, decisión en la que probablemente influyó Fernández Leal, quien al renunciar a la dirección de la Escuela, sería sustituido por Antonio del Castillo, el cual ocuparía por segunda vez el

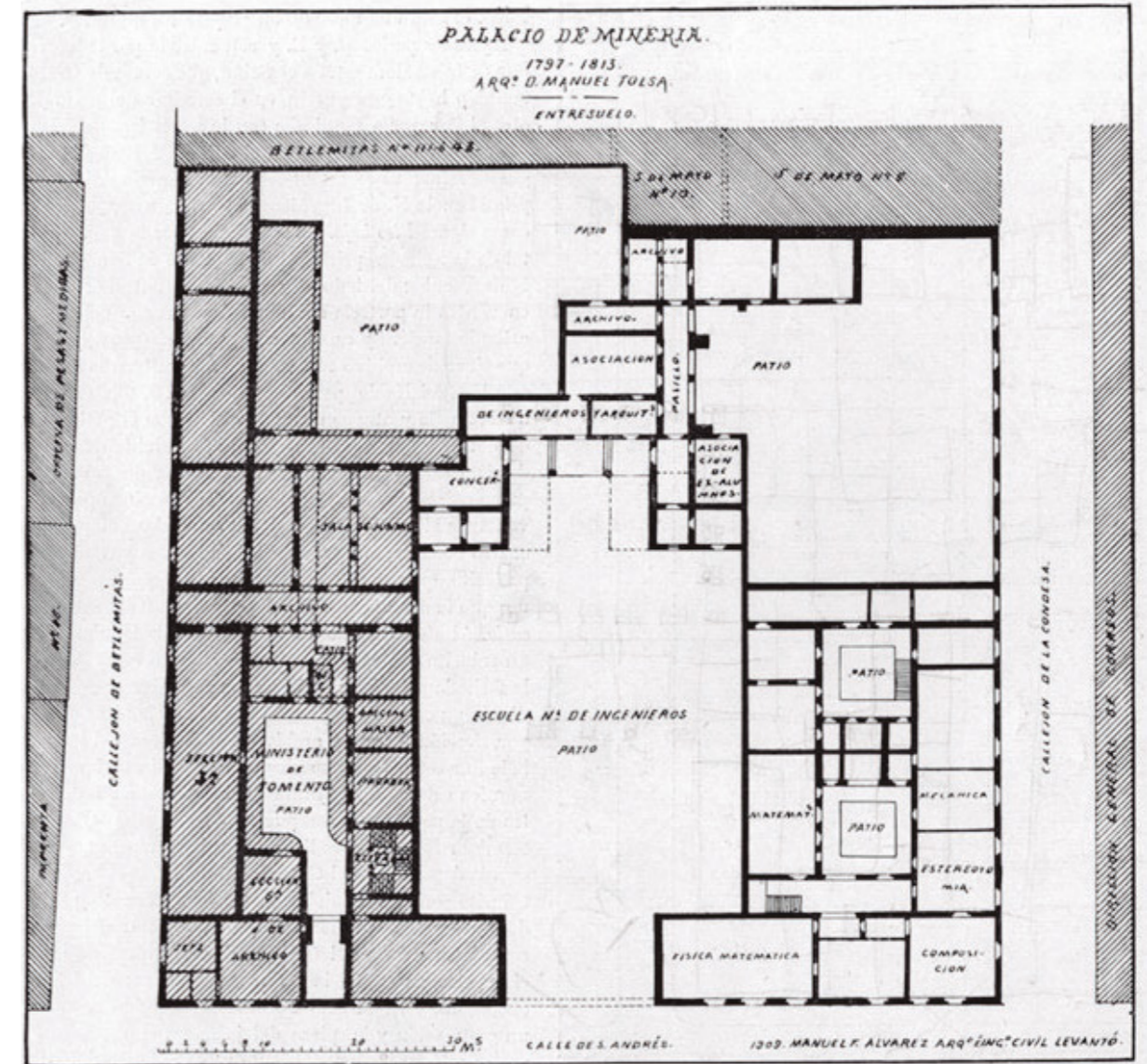
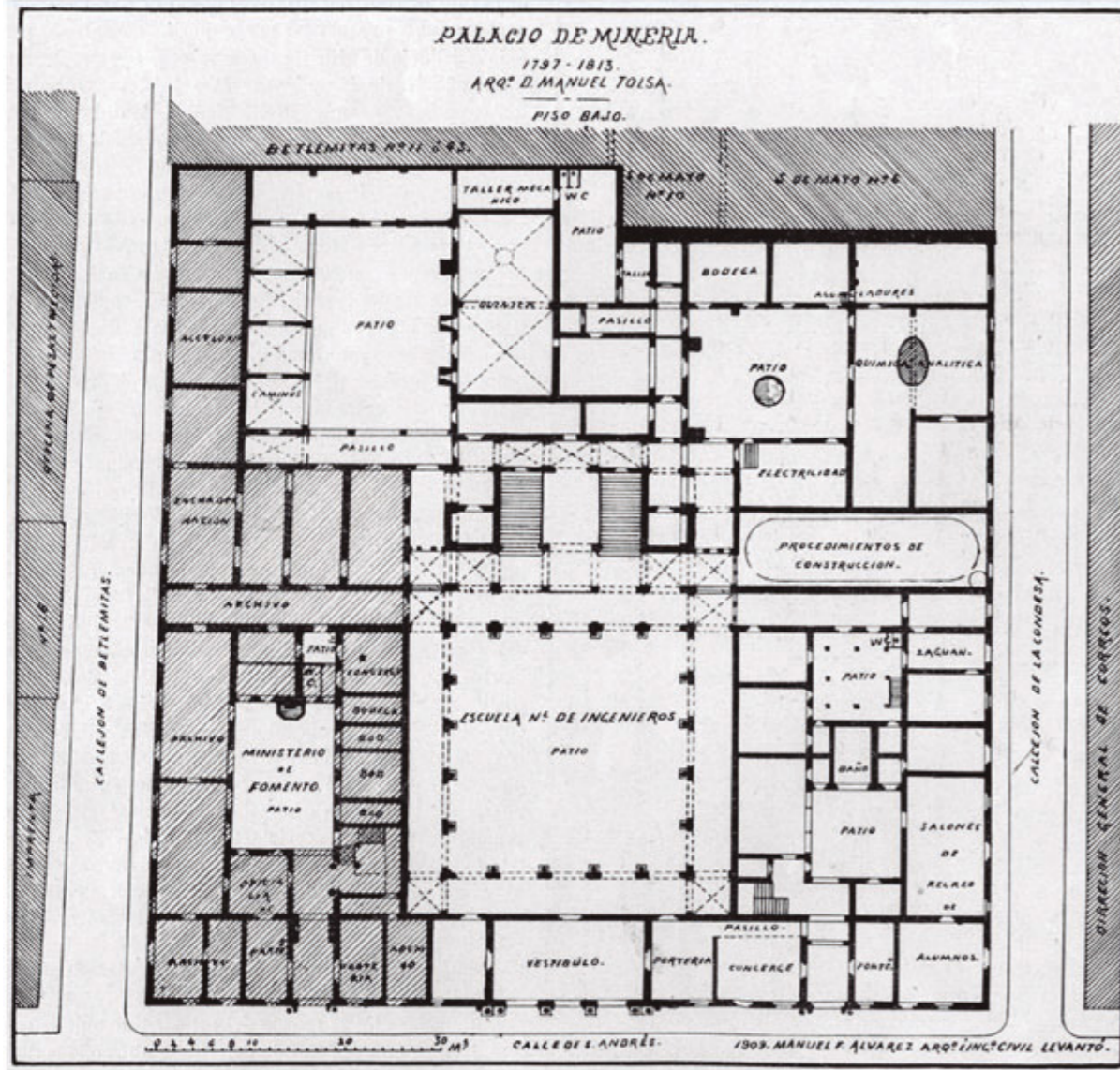
cargo. Como secretario fue designado el ingeniero topógrafo Rómulo Ugalde, quien era también segundo jefe del Ministerio de Fomento.<sup>188</sup>

Como ya se mencionó, al pasar a depender la Escuela de Ingenieros de la Secretaría de Fomento en 1881 se estrecharía la relación entre ambas, incluso al siguiente año comenzarían diversas gestiones y remodelaciones para trasladar las oficinas del Ministerio al Palacio de Minería. Dichos trabajos continuarían por lo menos hasta 1886, pero al parecer la Secretaría ya se encontraba instalada en el inmueble,<sup>189</sup> lo cual coincidió con el traslado al mismo recinto de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México que, de esta forma, se vinculaba no solamente con la Escuela sino también con Fomento. En *Recuerdo histórico de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos*, Manuel Francisco Álvarez relata que al crearse la Asociación, la mayor parte de sus miembros ingenieros arquitectos eran egresados de San Carlos, por lo que fácilmente hubieran podido conseguir un local en la Academia, pero el afán de independencia les hizo buscar por sí mismos un lugar para sus reuniones.<sup>190</sup> Sin embargo, 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.<sup>191</sup>

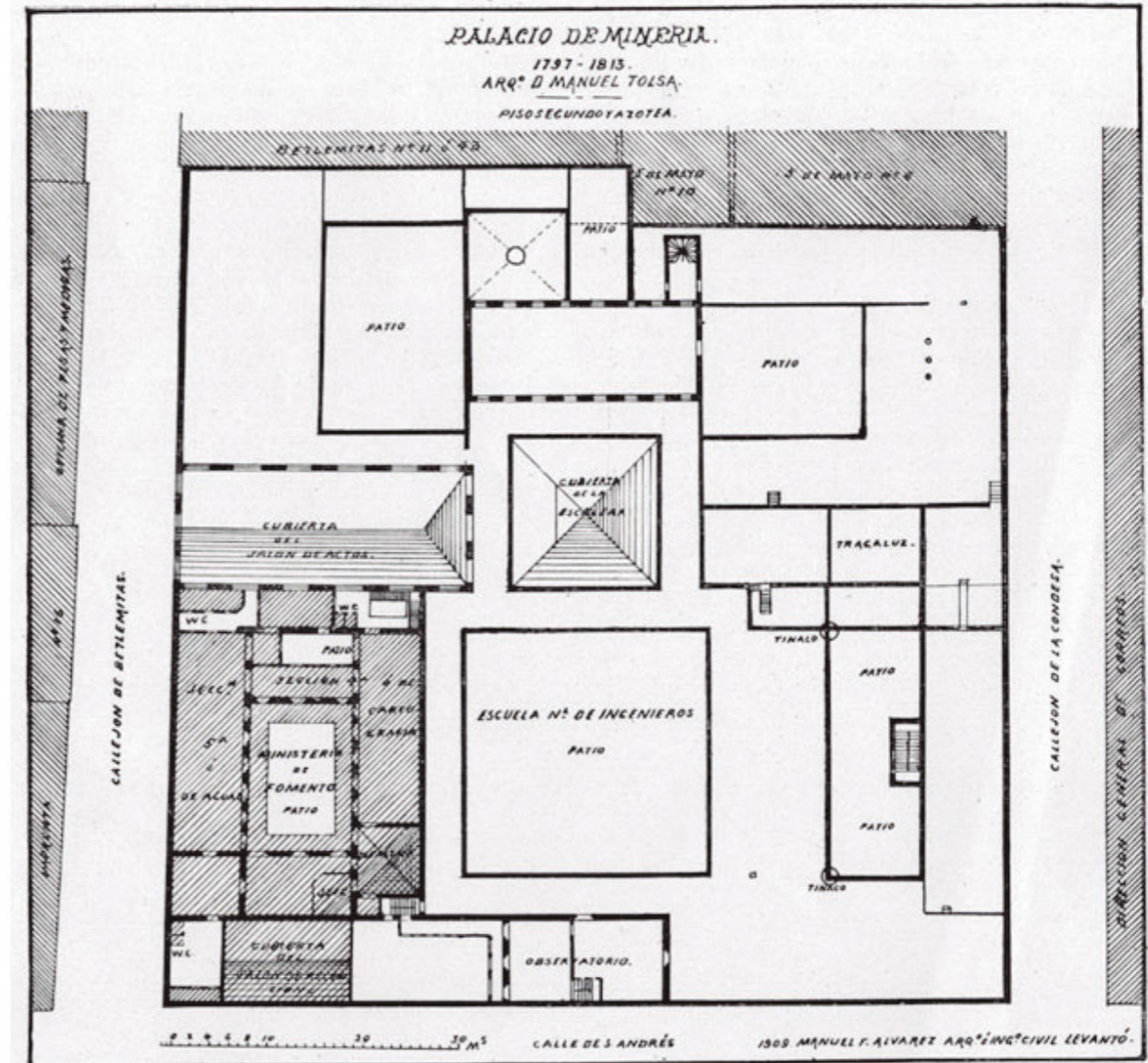
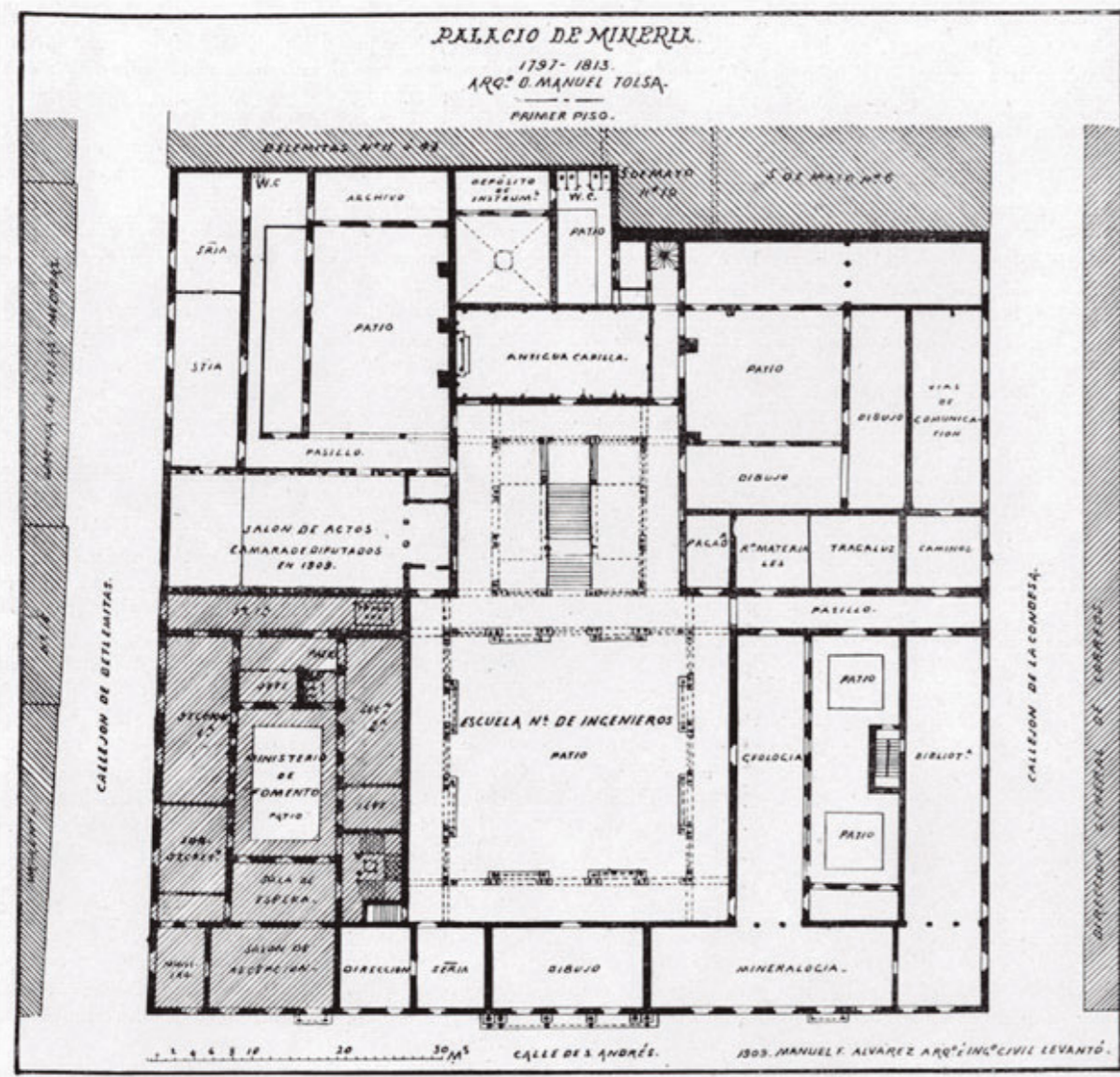
Francisco Álvarez en su escrito resalta la idea de los socios fundadores de mantenerse ajenos a la administración pública y al gobierno, lo cual cumplieron sus dos primeros presidentes, Garay y Santiago Méndez. No obstante, inmediatamente después narra la eliminación de estos ideales con los dos directores siguientes: Somera, quien había desempeñado cargos durante el Imperio como presidente municipal de la Ciudad de México en 1865, y al siguiente año ocupó la Secretaría de Fomento por breve tiempo; y Ramón Agea, quien había colaborado con Santa Anna y Comonfort, y comenzó con su hermano la calzada encargada por Maximiliano.<sup>192</sup>



Arquitectos e ingenieros civiles  
Juan y Ramón Agea



Planos del Palacio de Minería donde se aprecia los espacios que ocupaban el Ministerio de Fomento y la Asociación de Ingenieros y Arquitectos: piso bajo; entresuelo



Planos del Palacio de Minería donde se aprecia los espacios que ocupaban el Ministerio de Fomento y la Asociación de Ingenieros y Arquitectos: primer piso; piso segundo y azotea



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.<sup>193</sup>

La relación de dependencia entre la Escuela y Fomento se dio no sólo de manera administrativa, sino también espacialmente al trasladarse las oficinas de la secretaría al Palacio de Minería, como al mismo tiempo haría la Asociación de Ingenieros y Arquitectos. Esta relación se confirma por el importante rol que jugaba Manuel Fernández Leal en las tres instituciones, 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 era electo presidente de la Asociación, de tal modo que compartiría estos dos cargos por largo tiempo y actuaría como vínculo entre las tres.<sup>194</sup>

La Asociación estrecharía 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. Esto contrastaba con su relación con la Escuela de Bellas Artes y la negativa inicial de instalarse en ella. Por otro lado, la Asociación abandonó la idea de mantenerse independiente del gobierno con lo cual se propició, en cierta medida, el acercamiento con éste, lo que explicaría las múltiples reelecciones de Fernández Leal en 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, que serían editados esta vez en la Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento instalada también en el Palacio de Minería. Por su parte, el Ministerio podía contar, como de hecho ya lo venía haciendo, con personal técnico y de dirección capacitado, incorporando egresados de la Escuela, así como consultar las opiniones de los miembros de la Asociación para resolver controversias técnicas.

No obstante que la Escuela Nacional de Ingenieros fue reasignada al Ministerio de Justicia e Instrucción Pública en 1891, la relación con el Ministerio de Fomento no se rompería ya que permanecerían sus oficinas en el Palacio de Minería donde seguirían por largo tiempo.<sup>195</sup> Ese mismo año, Manuel

Fernández Leal sería designado Secretario de Fomento y permanecería hasta 1900, cuando sería sustituido por el ingeniero civil Leandro Fernández, quien se desempeñaba como director de la Escuela desde 1895 y a su vez sería reemplazado en este puesto por Fernández Leal.<sup>196</sup> De esta forma, con el cambio de siglo se realizó 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 Fernández Leal permanecería en su presidencia mientras era Ministro de Fomento y al sustituirlo en este cargo Leandro Fernández también sería electo para dirigir la Asociación.<sup>197</sup> 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 dejó la Secretaría de Fomento para ubicarse como ministro de Comunicaciones, quedaba a cargo de aquella Manuel González Cosío, quien en 1905 dejaría el puesto en manos del ingeniero topógrafo de la ENI Blas Escontría, de origen potosino, quien a la vez sería reemplazado por el ingeniero yucateco Olegario Molina Solís con el cual en 1907 pasaría nuevamente la ENI a depender de Fomento.<sup>198</sup> Por su parte, en la Escuela continuaría como director Manuel Fernández Leal, aunque con los interinatos de los ingenieros civiles Mateo Plowes, José María Salazar y Luis Salazar, este último lo sustituiría definitivamente en 1909.<sup>199</sup>

Con los distintos cambios de adscripción de la Escuela de Ingenieros, ésta se vio favorecida en cuanto a los recursos que se le destinaron, como cuando dependió de la Secretaría de Fomento, la cual en 1881 era una de las dependencias más importantes y con más recursos. Si comparamos el presupuesto federal destinado para educación con el de este ministerio, se puede observar que el segundo es mucho mayor, pues para 1881-1882 se destinaban al primero 867 244 pesos, mientras que a este último 6 162 627 pesos, lo que permitió diversos beneficios a la Escuela. Al pasar al Ministerio de Justicia e Instrucción Pública en 1891, nuevamente la institución se benefició 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 serían inferiores al presupuesto federal destinado a educación. Para 1907, al pasar nuevamente la ENI a depender de Fomento, aun cuando su presupuesto era mucho menor que el de educación, mantuvo un incremento constante.<sup>200</sup>

No solamente la Asociación se vio favorecida de su relación con el gobierno, sino que este último se apoyaría en sus miembros, los cuales participaban activamente en diversos proyectos, así como en la discusión de las opciones adecuadas para éstos. Aun cuando sus sesiones eran esporádicas y no demasiado concurridas, en ellas se discutían cuestiones importantes relacionadas con el desarrollo material del país y ejercían cierta influencia, no sólo en cuestiones técnicas sino en la toma de decisiones del gobierno. Así, se participó en diversos temas, lo que se aprecia en las actas y artículos publicados en sus *Anales*, en los que se encuentra de manera recurrente el tema del desagüe del Valle, como también cuestiones de saneamiento y de irrigación, obras y proyectos de puertos y presas. Aparecen varios artículos sobre ferrocarriles, son 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; se encuentran más frecuentemente textos acerca de cuestiones geográficas y topográficas. Además 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 reforzaron 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 participaron 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 Mendizábal y Tamborrel, Guillermo B. y Puga, entre otros. En esta Sociedad Científica se presentaban diversos estudios; el de Santiago Ramírez, *Datos para la historia del Colegio de Minería* (1890); los *Apuntes acerca de los cimientos de los edificios en la Ciudad de México*,

de Adrián Téllez Pizarro (1900); y de Manuel Francisco Álvarez, *El Dr. Cavallari y la carrera de ingeniero civil en México* (1906), entre otros.

Todos ellos también colaborarían en otras publicaciones como *El Arte y la Ciencia. Revista mensual de bellas artes e Ingeniería* que comenzó 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, así como los hermanos Juan y Ramón Agea, 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.<sup>201</sup>

## REFERENCIAS

1. Balcárcel sería 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. Prevalecería posteriormente este nombre, aun cuando algunas veces todavía se le llega a llamar 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 materias de Hidrografía, Hidromensura y Meteorología también son compartidas por varias carreras, así como la de Topografía.
8. Aunque «construcción práctica» no aparecía en el nombre de la materia Teoría mecánica de las construcciones, ya se venía impartiendo.
9. Véase 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 XIX 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, éstos eran enviados por medio del director a la Secretaría de Justicia e Instrucción Pública, la cual los publicaba.
14. Ramos Lara, 1996, *op. cit.*, pp. 34-35 y 84.
15. En 1884 y 1885, se encuentran 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 la República Mexicana*. De enero de 1883 a junio de 1885. Tomo III, p. 498.

16. AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Cursos, caja 19, exp. 5.
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. Antonio Rivas Mercado, arquitecto mexicano titulado en la Escuela de Bellas Artes de París en 1878.
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. Leandro Fernández fue profesor de Matemáticas superiores, y de Geodesia y astronomía práctica; era también ensayador, ingeniero geógrafo y topógrafo.
22. Como se mencionó anteriormente, 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.
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*, 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.
31. Eleuterio Méndez se apoyó 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, pp. 3438-3445.
32. El cambio se hace a partir del 1° de julio. AHUNAM. ENI. Dirección. Correspondencia, caja 3, exp. 35. Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, p. 2845.
33. Carlos Daza ingresa como catedrático del Colegio debido al fallecimiento del antiguo profesor de la materia, Eleuterio Méndez.

34. En la carrera de Ingeniero de Caminos, Garay propone aminorar los trabajos de dibujo al agrupar 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.
38. 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 cuáles eran y cuáles no carreras se basaba en que la mayor parte de algunas menores, no consideradas carreras, estaban contenidas en otras más amplias que sí se tenían como tales. No obstante, la carrera 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. Díaz Rugama fue profesor de Geodesia y Astronomía práctica en la Escuela.
43. Díaz Rugama, de manera general, define la ingeniería como la aplicación práctica de los principios matemáticos.
44. En el caso de la Ingeniería Civil, Díaz Rugama 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. Mateo Plowes 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. Física matemática abarcaba termodinámica, electromagnetismo, electricidad y electrometría.
49. Aun 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.
50. AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Cursos, caja 20, exp. 18. Véase Anexo 2.
51. La cátedra de Hidráulica figuraba en el plan y reglamento de 1867, pero a partir de 1869 había desaparecido dándose nuevamente solamente Hidrografía o Hidromensura.
52. Programa del curso de Estática de las construcciones para el año escolar de 1900. En Colección de programas de la ENI. 1897-1907 AHPM. ML377A.
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.
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. Véase Anexo 2.
58. Colección de programas de la ENI. 1897-1907. ML377A.
59. Programa del curso de Estática de las construcciones para el año escolar de 1902. *Ibid.*
60. AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Cursos, caja 21, exp. 30.
61. *Diario Oficial del Supremo Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos*. Martes 26 de diciembre de 1910. pp. 1-2.
62. *La Universidad de México 1910*, pp. 161-164.
63. AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Cursos, caja 21, exp. 30
64. AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Cursos, caja 21, exp. 31
65. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, gaveta 55, exp. 7281.
66. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, gaveta 56, exp. 7361.

67. *Diario Oficial de los Estados Unidos Mexicanos*. Viernes 12 de enero de 1877.
68. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 7361.
69. 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.
70. Aun 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.
71. AHUNAM. ENI. Dirección. Correspondencia, caja 3, exp. 19.
72. 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.
73. *Diario Oficial del supremo gobierno de los Estados Unidos Mexicanos*. Sábado 25 de diciembre de 1897, p. 2.
74. 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 éstas. 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*, caja 1, exp. 1. Véase Anexos 1 y 2.
75. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 11245. «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, pp. 46-62.
76. 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*, núm. 37, julio-septiembre, 2000, pp. 57-58.
77. Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, pp. 2982-2983.
78. Santiago Méndez fue autor de *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).

79. *Tratado sobre caminos comunes, ferrocarriles y canales, construcción de puentes ordinarios, oblicuos, de madera, de fierro y suspendidos; teoría del vapor y su aplicación a las locomotoras y navegación.* Obra que fue apoyada para su publicación por Maximiliano.
80. Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, pp. 2618-2619 y 2622.
81. Ramos Lara, 1996, *op. cit.*, p. 81. Ese mismo año, José Joaquín Terrazas anunciaba la reciente publicación de su libro *Tratado elemental de algebra. Diario Oficial de los Estados Unidos Mexicanos*, 31 de mayo de 1877.
82. *Resumen de las lecciones orales dadas en el año de 1860 en la Academia Nacional de San Carlos*, hoy Escuela de Bellas Artes.
83. AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Cursos, caja 19, exp. II.
84. Se remodeló para la imprenta un local en la planta baja del costado oriente del Palacio de Minería. Pacheco, Carlos, *op. cit.*, p. 513.
85. AHUNAM. ENI. Dirección. Correspondencia, caja 2, exp. 18.
86. AHUNAM. ENI. Dirección. Informes y reglamentos, caja 7, exp. 3.
87. Diario *El Minero* citado en Díaz y de Ovando, tomo III, pp. 2746.
88. AHUNAM. ENI. Académico. Publicaciones, caja 23, exp. 3.
89. Antonio Torres Torrija fue Profesor de Mecánica y Estabilidad en la Escuela Nacional de Bellas Artes.
90. El *Cours de construction* de N. de Vos había sido publicado en 1880 en París.
91. Manuel Torres Torrija era hijo de Antonio Torres Torrija. Katzman, *op. cit.*, p. 382.
92. AHUNAM. ENI. Académico. Publicaciones, caja 23, exp. 4 y 5.
93. AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Cursos, caja 20, exp. 24.
94. Biblioteca Histórica del Palacio de Minería y Biblioteca Central de la UNAM.
95. Aun cuando algunas veces en los planes de estudio no se nombran las prácticas, al parecer se seguían realizando.
96. Ramos Lara, 1996, *op. cit.*, pp. 111-113.
97. Bazant, Milada. *Historia de la educación durante el Porfiriato*, p. 242.
98. Libro de gastos erogados en la práctica de los alumnos. AHPM. ML 360A. Ramos Lara, 1996, *op. cit.*, pp. 111-113.
99. *Idem.* AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Cursos, caja 19, exp. 11 y 12.
100. AHUNAM. ENI. Dirección. Informes y reglamentos, caja 7, exp. 10.
101. AHPM. ML231A. 1871-1892.
102. *Diario Oficial del Supremo Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos.* Miércoles 11 de febrero de 1903, p. 581.

103. 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 sus tesis como memorias de las obras en las que participaban.
104. AHPM, caja 1880. I. 210. exp. 27.
105. AHUNAM. ENI. Dirección. Informes y reglamentos, caja 7, exp. 3 y 7. Díaz y de Ovando, tomo III, pp. 3319-3320.
106. Aun cuando Conocimiento de materiales y de los terrenos en que deben establecerse las obras 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.
107. AHUNAM. ENI. Administrativo. Personal. Correspondencia, caja 14, exp. 4.
108. AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Prácticas de campos, caja 22, exp. 2. Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, pp. 3147-3151 y 3225-3226.
109. Por ejemplo, conjuntando en Guadalajara los de roca, cal, ladrillo y madera. AHUNAM. ENI. Dirección. Correspondencia, caja 2, exp. 20.
110. AHUNAM. ENI. Dirección. Informes y reglamentos, caja 7, exp. 2 y 3. Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, p. 3152.
111. AHUNAM. ENI. Administrativo. Contabilidad. Solicitudes de gastos, caja 13, exp. 40.
112. 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.
113. Los profesores Manuel Gargollo y Gilberto Crespo preguntarían 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.
114. AHUNAM. ENI. Administrativo. Contabilidad. Solicitudes de gastos, caja 13, exp. 40.
115. 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.

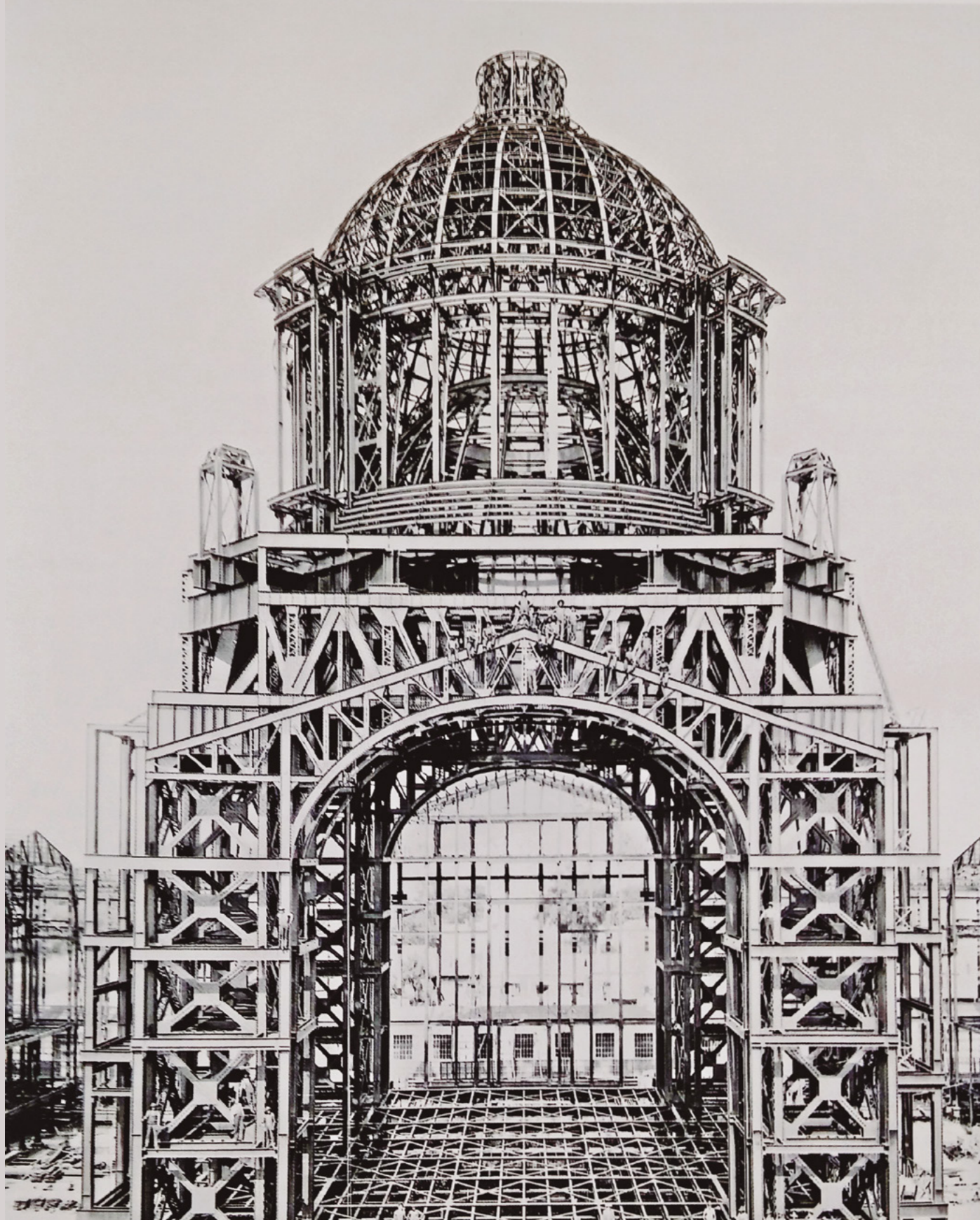
116. AHUNAM. ENI. Administrativo. Contabilidad. Solicitudes de gastos, caja 13, exp. 40. Escamilla González, Francisco Omar. «El laboratorio de resistencia de materiales de construcción de la Escuela Nacional de Ingenieros de México (1892)», p. 85.
117. AHUNAM. ENI. Dirección. Informes y reglamentos, caja 7, exp. 10.
118. La Asociación de Ingenieros y Arquitectos aconsejaría 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.
119. AHUNAM. ENI. Dirección. Informes y reglamentos, caja 7, exp. 5.
120. AHUNAM. ENI. Asuntos escolares. Sociedades y asociaciones, caja 33, exp. 2.
121. AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Cursos, caja 20, exp. 18.
122. En colección de programas de la ENI. 1897-1907. ML377A.
123. La comisión estaba formada por los ingenieros Leandro Fernández, Daniel Palacios e Isidro Díaz Lombardo. *Anales de la AIAM 1896*, tomo V, núm. 15.
124. Véase el apartado «Introducción de estructuras metálicas», perteneciente al capítulo 5.
125. Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, pp. 3078-3084.
126. AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Cursos, caja 19, exp. 5. Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, p. 3052-3053.
127. Programa para el curso de Conocimientos de materiales de construcción y de los terrenos en que deben ejecutarse las obras de E. Martínez Baca. AHPM. I. 248, doc. 4, fs. 1-9 v.
128. AHPM ML377A.
129. AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Cursos, caja 21, exp. 30.
130. Véase en el capítulo 6, «Introducción de nuevos materiales».
131. En colección de programas de la ENI, 1897-1907. ML377A.
132. Tamayo, 1958, *op. cit.*, p. 56.
133. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Cursos, caja 21, exp. 30.
134. *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.
135. Katzman, *op. cit.*, p. 275.
136. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, gaveta 61, exp. 7545.
137. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 11365.
138. AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Cursos, caja 19, exp. 5. Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, pp. 3042-3046.

139. AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Cursos, caja 19, exp. 12. Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, pp. 3438-3445.
140. A la carrera de Ingeniería Industrial se le agregaron las materias de Química, Construcción y sus materiales, Topografía y 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*, p. 188.
141. AHUNAM. ENI. Dirección. Informes y reglamentos, caja 8, exp. 29.
142. Ramos Lara, 1996, *op. cit.*, p. 79.
143. AHUNAM. ENI. Asuntos escolares. Calificaciones y exámenes, caja 25, exp. 38.
144. Al salir hacia París en 1890, Villamil 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 a estar presente la carrera de Telegrafista, aunque ya para los planes de 1897 no se vuelve a encontrar. Ramos Lara, 1996, *op. cit.*, pp. 79, 107, 194-196.
145. Estas materias no serán siempre obligatorias.
146. Ramos Lara, 1996, *op. cit.*, p. 190.
147. AHUNAM. ENI. Asuntos escolares. Sociedades y asociaciones, caja 33, exp. 2.
148. Plan de estudios de la ENI presentado a la Secretaría de Instrucción Pública y Bellas Artes por el director de la escuela y sometido a la Junta de Profesores. AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Cursos, caja 21, exp. 31.
149. Si bien se establecen diversas fábricas e industrias, la maquinaria utilizada será en su totalidad importada.
150. Cfr. Ramos Lara. *Vicisitudes de la ingeniería en México (Siglo XIX)*, especialmente los capítulos 7 y 8.
151. Narváez, Miriam. *Catálogo del fondo de la Escuela Nacional de Ingeniería*, p. 5.
152. AHUNAM. ENI. Administrativo. Personal. Nombramientos, caja 16, exp. 9.
153. Leandro Fernández es nombrado también gobernador de Durango en 1897 y hasta 1900. Guerra, François-Xavier. México. *Del antiguo régimen a la revolución*, p. 411.
154. Tamayo, 1958, *op. cit.*, p. 53, y Ramos Lara, 1996, *op. cit.*, pp. 204-206.
155. AHUNAM. ENI. Asuntos escolares. Correspondencia, caja 28, exp. 16.
156. *Diario El Tiempo* del 27 de enero de 1892. En Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, p. 2854.
157. Katzman, *op. cit.*, p. 382.
158. *Ibidem*, p. 352. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, gaveta 79, exp. 8396.
159. AHUNAM. ENI. Asuntos escolares. Correspondencia, caja 28, exp. 16. Ramos Lara, 1996, *op. cit.*, p. 203.

160. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, gaveta 69, exp. 7962.
161. Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, p. 2725.
162. Tamayo, 1958, *op. cit.*, p. 59.
163. 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.
164. «Profesantes que se han titulado en la Escuela Nacional de Ingenieros desde el año de 1859 hasta el 30 de noviembre de 1941», pp. 46-62. Aun cuando estos datos deben de tomarse con alguna reserva, ya que presentan algunas omisiones, permiten apreciar el comportamiento general de los graduados.
165. Moles, *op. cit.*, p. 160. Por su parte, Mílada 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.
166. «Profesantes que se han titulado en la Escuela Nacional de Ingenieros desde el año de 1859 hasta el 30 de noviembre de 1941», pp. 46-62.
167. *Idem.*
168. Es interesante comparar que mientras en la ENI se aprecia una baja de los egresados de agrimensor o topógrafo entre 1873 y 1884, por su parte, Federico de la Torre reporta prácticamente el mismo periodo de 1873 a 1883, como el más fecundo de egresados desde que se reabrió el Instituto de Ciencias de Jalisco con 20 titulados. *Op. cit.*, pp. 116-117.
169. «Profesantes que se han titulado en la Escuela Nacional de Ingenieros desde el año de 1859 hasta el 30 de noviembre de 1941», pp. 46-62.
170. Los datos sobre ingenieros civiles no coinciden con los del capítulo anterior; en este capítulo los tomamos como aparecen en la fuente citada con la intención de compararlos con las otras carreras.
171. Dentro de las ingenierías industriales, agrupamos al ingeniero mecánico, al ingeniero industrial y al ingeniero electricista.
172. 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.
173. En esos años de 1884, 1885 y 1886, los alumnos de Ingeniería de Caminos serían 18, 42 y 25, 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.
174. AHUNAM ENI. Dirección. Informes y reglamento, caja 8, exp. 22. fs. 591-598.
175. Ayala, Beatriz, y Graciela Herrera. *Ingenieros de la independencia y la revolución*, p. 33.
176. A donde posteriormente Leandro Fernández regresa como gobernador.
177. AHUNAM ENI. Dirección. Informes y reglamentos, caja 8, exp. 22.
178. Katzman, *op. cit.*, pp. 341, 373-374 y 379.

179. AHPM. ML231 A. 1871-1892.
180. Tamayo, 1958, *op. cit.*, pp. 57 y 59.
181. Safford, Frank. *The ideal of the practical. Colombia's struggle to form a technical elite*, pp. 150, 152-154 y 159.
182. Tamayo, 1958, *op. cit.*, p. 51.
183. AHUNAM ENI. Asuntos escolares. Prácticas de alumnos. Organización. Solicitudes de prácticas, caja 30, exp. 8.
184. Katzman, *op. cit.*, p. 338.
185. Guerra, François-Xavier. *México: del antiguo régimen a la revolución*, p. 67. Lo que sucederá también con algunos arquitectos como Antonio Rivas Mercado.
186. Ayala, *op. cit.*, p. 34.
187. Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, pp. 2711 y 3033.
188. AGN. Instrucción Pública y Bellas Artes (9) Caja 195. ENI. Exp. 15.
189. Para crear el espacio necesario, se le ordena al director Antonio del Castillo desocupar sus habitaciones y las de los inquilinos del entresuelo y se le solicita 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.
190. Álvarez, 1918, *op. cit.*, p. 29.
191. 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.
192. Álvarez, 1906, *op. cit.*, pp. 117-118. Perló Cohen, Manuel. *El paradigma porfiriano. Historia del desagüe del Valle de México*, pp. 92-93.
193. Álvarez, 1918, *op. cit.*, p. 56.
194. 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.
195. Por casi un siglo, hasta el 16 de diciembre de 1974. Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, p. 2702.
196. *Diccionario Porrúa. Historia, biografía y geografía de México*, p. 1230. Narvaez, *op. cit.*, p. 5.
197. Álvarez, 1918, *op. cit.*, p. 29.
198. Bazant, *op. cit.*, p. 245.
199. Narvaez, *op. cit.*, p. 5.
200. Bazant, *op. cit.*, p. 245. *Estadísticas sociales del Porfiriato 1877-1910*, pp. 37-38.
201. *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*, vol. II, tomo II, p. 264.





SEGUNDA PARTE

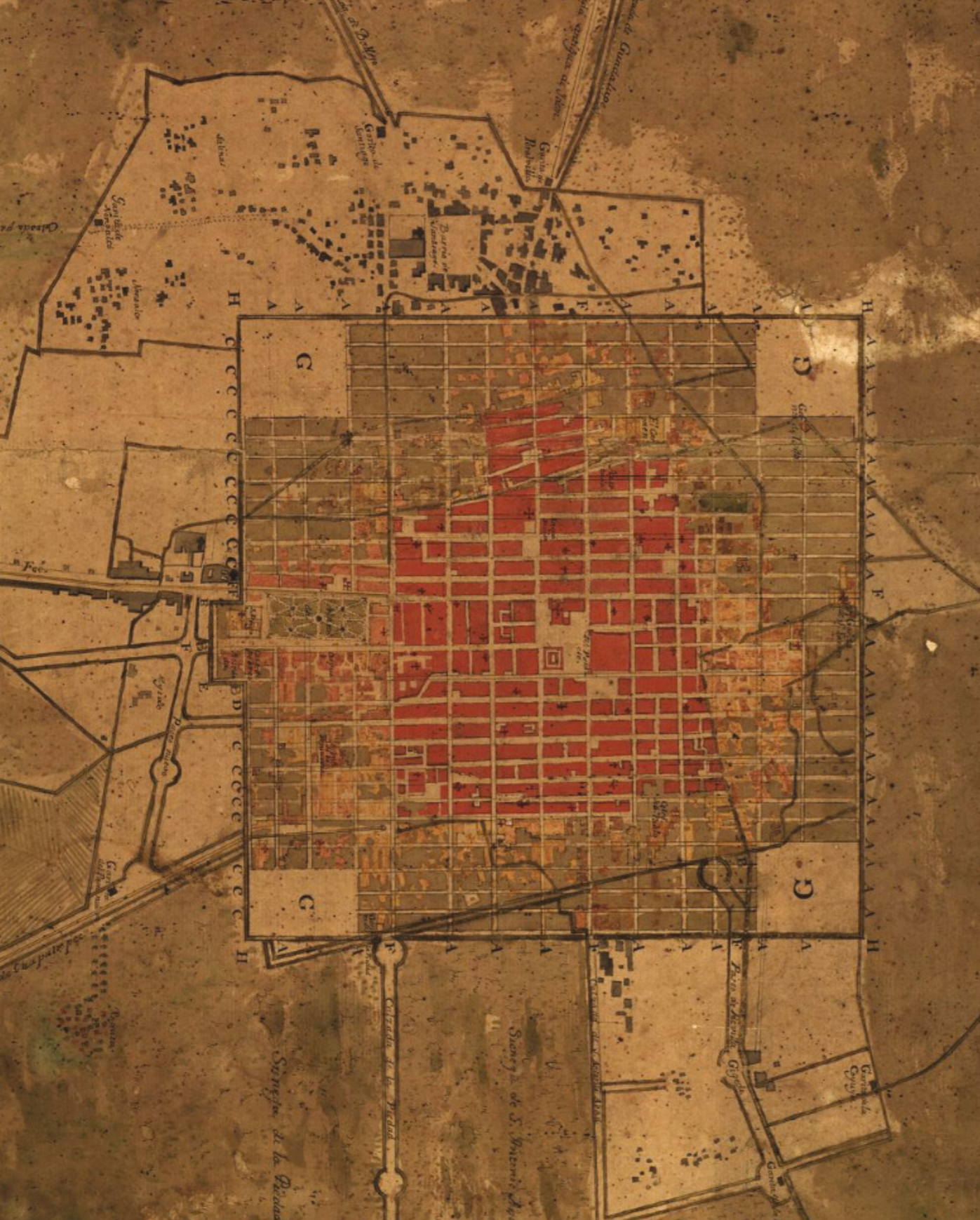
**DESARROLLO PRÁCTICO DE LA CONSTRUCCIÓN  
Y DESEMPEÑO PROFESIONAL  
DE LOS CONSTRUCTORES**

«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.»

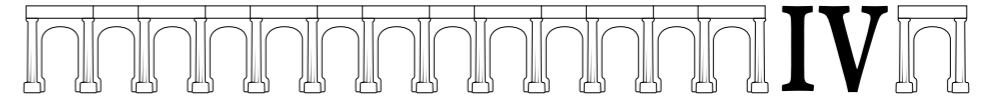
141

Gabino Barreda, «Oración Cívica»

← Construcción del frustrado Palacio Legislativo  
© 639759 CONACULTA. INAH. SINAFO. FN. México



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



### ESTANCAMIENTO CONSTRUCTIVO

#### Ausencia de una política de desarrollo nacional

Aun después de conquistada la Independencia, la situación del naciente Estado mexicano continuaría siendo conflictiva, pues seguirían presentándose recurrentemente conflictos armados y rápidas sucesiones en el Gobierno.<sup>1</sup> Además, el movimiento emancipatorio había dañado seriamente las bases económicas, productivas y comerciales,<sup>2</sup> 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 para intentar consolidar su posición, tanto al interior como al exterior del país, más que para buscar reimpulsar la economía nacional.<sup>3</sup>

A pesar de este contexto conflictivo, cuando las condiciones llegaban a permitirlo, algunos gobiernos buscaban alentar el desarrollo económico proponiendo diversas medidas, como fomentar la industria y crear una infraestructura

← «Plano [Proyecto] iconográfico de la Ciudad de México» por el maestro mayor Ignacio Castera. 1794

adecuada. Entre las propuestas de reformas destacarían las del ingeniero Lucas Alamán<sup>4</sup>, las cuales eran bastantes amplias pues abarcaban cuestiones económicas, industriales, de caminos, así como las educativas ya mencionadas.<sup>5</sup> Su conocimiento de la situación europea, del ascenso de la clase industrial y del ataque que las clases privilegiadas tradicionales habían sufrido, principalmente en el caso francés, llevó a Alamán a intentar ganarse a las clases en ascenso dentro de los grupos privilegiados, impidiendo así su alianza con los «intelectuales políticos». De ahí que, aun cuando impulsaba el desarrollo económico e industrial, al mismo tiempo Alamán defendía el sostenimiento del orden establecido y de los privilegios de ciertos grupos; de esta forma protegía los intereses del gremio minero tradicional, pero también buscaba impulsar la industria y la agricultura nacionales.<sup>6</sup>

Los ideales de desarrollar la economía nacional se vieron truncados debido a que los rápidos cambios en el Gobierno no permitían una continuidad en las políticas ni la estabilidad necesaria para llevarlas a cabo. Asimismo, los recursos gubernamentales, tanto económicos como materiales y humanos, eran escasos. Ni siquiera se contaba con una dependencia que se enfocara en el impulso de la industria nacional ni mucho menos una política definida en este sentido.<sup>7</sup>

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...»<sup>8</sup>

De esta forma, a pesar de la debilidad del Gobierno, que no permitía instrumentar una política de desarrollo nacional, y de la contracción económica general, se presentaron algunos logros aislados regionales, locales o particulares, pues era a ese nivel en que se manejaba la élite económica de aquella época.<sup>9</sup> Así, por ejemplo, la labor de fomento empresarial de Alamán entre 1830 a 1842, mediante el Banco de Avíos, llevó a la construcción de alrededor de treinta industrias, principalmente textiles y de papel.<sup>10</sup> Pero estos

desarrollos se presentaban desligados del contexto nacional y beneficiaban sólo a grupos muy específicos sin repercutir de manera importante en las condiciones generales del país.<sup>11</sup>

### Lento avance constructivo

El entorno conflictivo y de contracción económica 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.<sup>12</sup> La labor del Gobierno en cuanto a la construcción no era muy diferente a la de la economía en general, ya que era incapaz de fomentar la industria o de convertirse a sí mismo en constructor. La realización de «obra pública» fue 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.<sup>13</sup>

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.<sup>14</sup> De igual manera a lo que sucedía en la economía en general, en el caso de la construcción, las pocas obras que se realizaban eran encargadas en su mayoría 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, en contraste con la mayoría de la población que no solía percibir ningún beneficio.<sup>15</sup>

De esta forma, la parálisis en la que entró el sector constructivo durante la Independencia perduraría a lo largo de las primeras décadas de la nación.



Lucas Alamán



«Plano general de la Ciudad de México», levantado por Diego García Conde en 1793 y grabado por Eduardo Mogg en 1811 © SAGARPA. SIAP. MMOB. No. Clasificador 926-OYB-725-A



«Plano general de la Ciudad de México formado según los datos más recientemente adquiridos, para servir a la Guía de forasteros», publicada por el señor general D. Juan N. Almonte, 1853 © SAGARPA. SIAP. MMOB. No. Clasificador 926-OYB-7252-A

Del número de obras importantes estudiado por Katzman entre 1810 y 1910, el lapso en el que se realizaron menos edificaciones fue precisamente el registrado de 1810 a principios de la década de 1840 (afectado por las guerras de Independencia, las civiles y la de Texas) y que, aun cuando posteriormente dicho sector presentó una pequeña recuperación, continuaría en niveles muy modestos por un par de décadas más.<sup>16</sup>

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 edificación contenía 5.2 viviendas en promedio.<sup>17</sup> Aunque la población aumentó de manera importante de finales del siglo XIX a mediados de la siguiente centuria al pasar de 112 000 a 162 000 habitantes,<sup>18</sup> los límites de la ciudad permanecieron prácticamente iguales, no siendo ni lejanamente proporcional el crecimiento de la ciudad con el incremento de la población.<sup>19</sup> Si acaso se realizaron viviendas muy humildes, vistas con desdén para aparecer en los planos de la época. De esta manera, 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. Por otra parte, la política de planeación urbana era inexistente, de modo 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.<sup>20</sup>

Ante la falta de recursos y de estabilidad para construir las edificaciones que el país iba requiriendo, se tenían que efectuar reparaciones y adaptaciones de viejos edificios para destinarlos a las nuevas necesidades en vez de construir edificios nuevos. No obstante, se realizaron algunas obras pequeñas, generalmente por alarifes, constructores empíricos o por la autoconstrucción. Una opción de trabajo para los constructores era emplearse 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, éstas eran muy peleadas y por ello se reservaban para los arquitectos más reconocidos.<sup>21</sup>

Los arquitectos tenían un campo de trabajo más particular, el de peritajes y avalúos, donde tradicionalmente se habían desempeñado, pues eran los únicos designados de manera oficial para ello. Esta labor continuaría durante

la nación independiente y sería ratificada en 1850 por la Junta Directiva de San Carlos, la cual establecería que los estatutos de 1784 seguirían siendo válidos en cuanto a que los únicos autorizados para hacer tasaciones judiciales en arquitectura serían aquellos aprobados por la Academia. Este acuerdo ratificaba una situación que ya se daba 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.<sup>22</sup> 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 ésta no era su única labor profesional.<sup>23</sup>

### Enfoque castrense en la construcción

La situación convulsa del país provocaba que los diversos gobiernos tuvieran que recurrir a militares no sólo para la conservación del poder, sino también para integrarlos en la estructura administrativa, lo cual repercutió tanto en las prioridades educativas<sup>24</sup> como en la labor constructiva. Los ingenieros militares se desempeñaron en la construcción de edificaciones castrenses, como en las obras de defensa de la Ciudad de México<sup>25</sup> o en los puertos y fronteras, y colaboraron también en las pocas obras civiles que el Gobierno impulsaba, ya fuera supervisando algunas o participando como jurados en los concursos.<sup>26</sup> Al respecto, se puede mencionar 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 no llegaría a construirse. Otro caso fue el dictamen de las obras del Teatro Vergara, aun cuando el jurado estuvo integrado por algunos arquitectos y profesores, tanto de San Carlos como del Colegio de Minería, la mayoría serían ingenieros militares.<sup>27</sup>

Ante la falta de ingenieros civiles, algunos ingenieros militares que, por algún conflicto o por retiro dejaban la carrera militar, llegaron a desempeñarse como ingenieros civiles. Es el caso del coronel de ingenieros Luis Tola Algarín, quien trabajó como ingeniero civil entre 1831 y 1834 (cuando regresaría al servicio) así como al final de su vida. De igual forma, el coronel de ingenieros

Jesús Palafox López de Lara, quien al retirarse en 1858 se dedicaría a la ingeniería civil, aunque se desconocen sus obras.<sup>28</sup>

En los ayuntamientos también se puede apreciar 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 «policía de seguridad y comodidad». Esta concepción de «policía» sería impulsada desde fines del siglo XVIII, especialmente por el virrey Revillagigedo y plasmada en las Cortes de Cádiz de 1812. Después de la Independencia, ésta se retomaría de nuevo para la Ciudad de México como se aprecia en las ordenanzas municipales de 1840, donde quedaría a cargo del Ayuntamiento «la policía de salubridad, de comodidad y ornato, de orden y seguridad».<sup>29</sup>

150

Dentro del contexto conflictivo y fracturado del país, la movilidad de la mano de obra era muy limitada, por consiguiente, las obras que el Gobierno consideraba prioritarias, algunas de las cuales se encontraban alejadas, las llevaba a cabo apoyándose en el sistema de presidios.<sup>30</sup> A estos lugares eran llevados los sentenciados por algún delito y tenían que realizar los diferentes trabajos que se les encomendaban, incluso podían recibir cierto 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,<sup>31</sup> lo que se intentó también con los ferrocarriles, pues la concesión ferroviaria de 1842 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 y en la cual se acordaba que «los reos que fueran condenados a obras públicas en los estados» serían destinados a los trabajos del tendido de esta vía.<sup>32</sup>

A pesar de las pocas construcciones realizadas durante el periodo y de los escasos datos con los que hoy se cuenta,<sup>33</sup> se aprecia que en algunas ocasiones también se recurría a los presidiarios como fuerza de trabajo para las obras urbanas, y a los ingenieros militares para dirigirlos, como sucedió en

1822, cuando las calzadas chica y grande de Campo Florido (actualmente Dr. Lavista y Dr. Andrade) se abrieron con mano de obra de presidiarios.<sup>34</sup> Una situación parecida había sucedido en Puebla cuando 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».<sup>35</sup>

Lentamente se comenzaría a superar este enfoque castrense en la construcción cuando Santa Anna, a pesar de sus vínculos militares, creó en 1842 un Cuerpo Civil de Ingenieros de Caminos, Puentes y Canales, el cual estaba formado por un director, dos ingenieros inspectores, dos ingenieros en jefe y seis ingenieros ordinarios.<sup>36</sup> Si bien en el nuevo cuerpo siguieron predominando los militares, se irían integrando arquitectos como también los primeros ingenieros civiles mexicanos formados en el extranjero que regresaban al país.<sup>37</sup> La creación del nuevo Cuerpo de Ingenieros no tuvo un impacto inmediato en la infraestructura nacional, estaba enfocado principalmente a los caminos, pero incluso en éstos no llegó a tener una repercusión importante. Aun así, es el primer intento real por tratar de establecer una institución de ingeniería civil y de buscar apoyar el desarrollo material del país con base en criterios civiles más que militares o particulares; sin embargo, en la práctica no se logró avanzar demasiado, ya que no se contaba con un proyecto efectivo que lo sustentara. Posteriormente, se propondría un reglamento en el que se pretendía ampliar el alcance del Cuerpo de Ingenieros Civiles, aumentando su número como sus capacidades, pero al parecer nunca se llevó a la práctica.<sup>38</sup>

151

## OTRAS OPCIONES DE TRABAJO

---

### Predominio de los ingenieros militares

Los intentos por desligar a la ingeniería de la milicia en el ámbito de la academia como en la práctica laboral todavía resultaban infructuosos, sin embargo,

el término «ingeniero» se iría difundiendo y ganando poco a poco una mayor aceptación en la sociedad después de la Independencia. Ya desde 1821, un ingeniero adquiriría 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». <sup>39</sup> Al parecer, los ingenieros tuvieron un buen desempeño y aceptación en dicho cargo, pues entre 1844 y 1846 el Ayuntamiento sustituyó el cargo de maestro mayor de la Ciudad de México por el de ingeniero civil, aunque el mismo lo podían ocupar arquitectos o ingenieros militares con conocimientos de «empedrados, instalaciones hidráulicas y servicios colectivos en general» al no existir la carrera de Ingeniería Civil. <sup>40</sup>

No obstante lo anterior, los ingenieros militares eran los que generalmente solían ocupar las opciones de trabajo, tanto en las labores constructivas como también en otras áreas se dejaba sentir su importancia al lado de los arquitectos, así como de los alumnos y maestros del Colegio de Minería. Por lo 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 a 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 y de la Academia de San Carlos. Posteriormente, al irse formando los primeros ingenieros militares nacionales, el intercambio de profesores entre las escuelas sería mutuo en las áreas fisicomatemáticas, en las de construcción y arquitectura, por lo que no fue raro que los ingenieros militares desplazaran a arquitectos y a egresados del Colegio de Minería, y que llegaran incluso a predominar en la dirección de esta institución. <sup>41</sup>

Por su parte, el Estado veía 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 tendrían la opción de laborar dentro de la burocracia estatal y algunos de ellos llegarían a desempeñar altos cargos públicos. En este sentido, los egresados de Minería tuvieron un papel más destacado que los arquitectos al ocupar puestos muy importantes, como el ya mencionado Lucas Alamán, quien se desempeñó como primer ministro de Relaciones, y Tomás Ramón Moral, quien además de profesor en el Colegio fue diputado al Congreso General y a la legislatura

del Estado de México. Sin embargo, nuevamente, el convulsionado contexto político haría que sobresalieran en el Gobierno los ingenieros militares, como Ignacio Mora y José María Tornel, ambos ministros de Guerra y, el segundo, también gobernador del Distrito Federal, diputado y senador. <sup>42</sup>

### Primeros trabajos cartográficos

Después de lograda la Independencia, era apremiante tener un conocimiento completo del territorio nacional, y por tal razón se organizaron diversas comisiones, como la del Istmo de Tehuantepec (1823-1826) y la de los alrededores de la Ciudad de México (1825). <sup>43</sup> 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 Ejército, <sup>44</sup> 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 tenderían a predominar en ellos ingenieros militares junto con egresados del Colegio de Minería.

En 1826, el Congreso aprobó una partida para la Comisión de Límites de la frontera noreste de México (1827-1831), <sup>45</sup> pero otros gastos de la misma Comisión tuvieron que ser cubiertos por la Secretaría de Guerra. <sup>46</sup> Dentro de las reformas implementadas por Gómez Farías, en 1833 se creó el Instituto Nacional de Geografía y Estadística, donde participaron algunos profesores del Colegio de Minería, <sup>47</sup> sin embargo, la situación frágil y conflictiva del país llevaría a su cierre. Posteriormente, en 1839 surgiría en su lugar la Comisión de Estadística Militar, la cual le concedía rango militar a aquellos que requería para sus labores de estadística y geografía, ya que no aceptaba como miembros a profesionistas civiles. <sup>48</sup> Esto reforzó 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. <sup>49</sup>

Si bien desde la consolidación de la nación independiente se pensó en realizar la carta general del país, aún no se tenía la información suficiente.

Posteriormente, a pesar de que al surgir la Comisión de Estadística Militar, se le encomendó como labor principal la conclusión de dicha carta, los diversos conflictos dificultarían su trabajo y por esta razón, aunque la Comisión haría importantes avances, no lograría terminarla. Por otro lado, los diversos estados emprendieron 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 por lo que servirían sólo para intereses focalizados.<sup>50</sup> También los diversos proyectos que estaban surgiendo en diferentes regiones del país motivaron trabajos cartográficos, por ejemplo, a partir de 1842 y 1843 se realizó el reconocimiento del Istmo de Tehuantepec con el objeto de construir una vía interoceánica.<sup>51</sup>



Territorio nacional antes y después de la invasión norteamericana y de la venta de La Mesilla de © SAGARPA. SIAP. MMOB. No. Clasificador 7734-CGE-7216-A

El predominio de los ingenieros militares en estas cuestiones perduraría hasta mediados del siglo XIX, cuando después del despojo de más de la mitad del territorio nacional se creara una nueva Comisión de Límites con los Estados Unidos, encabezada por un ingeniero militar, el coronel Pedro García Conde,<sup>52</sup> quien sería sustituido al fallecer, en diciembre de 1851, por José Salazar Ilarregui, también militar y graduado del Colegio de Minería como agrimensor y ensayador (1846). Nuevamente, con el Tratado de la Mesilla en el que se vendió una franja del territorio nacional en 1854, se creaba una nueva comisión dirigida también por Ilarregui.<sup>53</sup> Los trabajos de la Comisión terminaron hasta 1856 y serían premiados varios de sus miembros con los primeros títulos de ingenieros geógrafos, como Ilarregui y Francisco Jiménez, otorgados por el Colegio de Minería.<sup>54</sup>

#### 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. Se vio entonces en la colonización el remedio más eficaz, no sólo para su ocupación sino también para la explotación adecuada de sus recursos, pues se argumentaba que con la atracción de extranjeros se desarrollaría la pequeña propiedad y la agricultura. Por tal motivo, tanto el Gobierno central como los estados tomaron medidas para fomentarla brindando facilidades y recursos para el establecimiento de nuevas colonias.

En 1824 y 1825 se decretaron leyes en las que se alentaba a los extranjeros a migrar hacia México ofreciéndoles tierras para colonizar.<sup>55</sup> A pesar de que varios estados realizaron la venta de terrenos baldíos supuestamente a colonos, la realidad sería que éstos eran prácticamente inexistentes, sobre todo si se compara con la inmigración que en esa época se estaba dando en los Estados Unidos.<sup>56</sup> El fracaso de la política de colonización 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.





Para la colonización de Texas, el Gobierno otorgó generosos permisos y para ello se decretó una ley en 1822 en condiciones sumamente favorables, restringiéndola solamente a católicos y a que no se establecieran cerca de las costas y fronteras.<sup>57</sup> 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. Debido a estos hechos, uno de los objetivos principales de la Comisión de Límites, encabezada por Manuel de Mier y Terán, fue la de estudiar la posibilidad de poblar las regiones deshabitadas con europeos y así contrarrestar el rápido crecimiento de inmigrantes estadounidenses, y proponer, además, que se establecieran presidios para resguardar militarmente esa región.<sup>58</sup>

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. Sin embargo, era tal el estado de ingobernabilidad en Texas que prosiguió la colonización y la venta de terrenos a norteamericanos. Las nuevas leyes sirvieron más para dar pretextos al movimiento rebelde texano, lo que llevaría a la declaración de la independencia de Texas en 1836 y, aun cuando Santa Anna intentaría someterlos, las condiciones eran muy desfavorables, lo cual se complicaría por el apoyo que el Gobierno estadounidense prestaba extraoficialmente a los independentistas.<sup>59</sup>

De manera similar, a pesar de los esfuerzos nacionales, para la década de los cuarenta, California se fue poblando de estadounidenses. En 1845, John L. O'Sullivan publicó un artículo donde expone su ideal del «destino manifiesto» para justificar el expansionismo norteamericano, y en ese mismo año Texas sería incorporado a los Estados Unidos.<sup>60</sup> Ante las negativas a las ofertas de compra del Gobierno estadounidense de territorio nacional se buscó que los

← Toma de la Ciudad de México de 1847, representada por Carl Nebel, 1851

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.<sup>61</sup>

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 sostendría 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».<sup>62</sup>

158

## 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, además de que los caminos se encontraban en una situación precaria que limitaba la comunicación y el comercio del país. Los pocos caminos para carros realizados durante la Nueva España se encontraban destruidos, por ejemplo, la ruta de México a Veracruz por Xalapa, considerada como la más importante del país, 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 abundaban los bandidos y esto colaboraba a su mayor 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.<sup>63</sup>

Aun cuando se tenía el anhelo de que las vías de comunicación fueran uno de los pilares que sustentara el desarrollo nacional, sus pésimas condiciones perdurarían por un largo tiempo.<sup>64</sup> 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 sólo era para resaltar su preocupante estado de deterioro. Así, para 1829, se decía que «nada se ha adelantado en la apertura de nuevos caminos», y en 1831 que «...en cuanto a obras públicas, tales como caminos, puentes, etc., no se ha hecho adelanto alguno notable».<sup>65</sup>

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, lo cual derivó en el surgimiento de diversas juntas o direcciones encargadas de caminos regionales que realizarían principalmente reparaciones.<sup>66</sup> Muchas veces estos caminos estaban vinculados con intereses particulares regionales. Por ejemplo, en el caso de Jalisco, el camino más atendido fue el de Guadalajara al puerto de San Blas, que permitía la salida de los productos de la incipiente industria textil y papelera (creada entre los treinta y cuarenta). Camino impulsado por algunos de los dueños de fábricas textiles en 1848 y que representó una de las pocas innovaciones de la época, ya que se empleaba el sistema llamado Mac Adam.<sup>67</sup>

Sin embargo, el ejemplo más destacado del impulso de particulares a los caminos fue el de la empresa encabezada por Manuel Escandón<sup>68</sup>, que en 1834 tendría a su cargo la reparación de algunos de los caminos principales del país a cambio del derecho de cobro de peajes.<sup>69</sup> Un año antes Escandón había comprado la única línea de diligencias del país, la de México a Veracruz,<sup>70</sup> 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

159

quedaba encargada del traslado de la correspondencia de México a Veracruz a cambio de 20 000 pesos anuales.<sup>71</sup> Escandón mejoraría la infraestructura del sistema de diligencias e introduciría nuevas rutas de México a Puebla y a Toluca, y también ampliaría el servicio hacia Guadalajara en 1838.<sup>72</sup> Riguzzi sostiene que este sistema de diligencias sería la única innovación en el transporte hasta la introducción de los ferrocarriles.<sup>73</sup>



Hotel Diligencias en Veracruz

En 1842, en el afán de mejorar «las comunicaciones entre los Departamentos, y las de éstos con la capital de la república, así como las de esta capital con los puertos principales y puntos fronterizos de comunicación con las naciones vecinas, para facilitar el transporte de efectos», Santa Anna estableció, junto con el Cuerpo de Ingenieros, la Dirección General de Caminos. La importancia de ésta dentro de las reformas se apreciaba en que su director lo era también del Cuerpo de Ingenieros. Al mismo tiempo, los caminos fueron divididos en tres clases y se establecieron las especificaciones para cada

uno.<sup>74</sup> Se establecía que cada tramo de camino era responsabilidad de un caminero o guardacamino, cada cinco camineros eran supervisados por un cabo, además para «cada camino de los principales, ó cuando se considere así mejor, para los de cada Departamento, habrá un inspector que atenderá á su estado y conservación». La construcción y el mantenimiento de los caminos debían ser pagados mediante «moderados peages [sic]», incluso se establecía que aquellas labores podían ser encargadas a empresarios en algunos casos.<sup>75</sup> No obstante, la nueva institución responsable de construir y mantener los caminos no tuvo el impacto esperado en un primer momento.

Aun cuando desde esta época se buscaría la introducción de ferrocarriles, al momento de intentarlo, tanto políticos, empresarios y constructores se dieron 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.<sup>76</sup>

Muchas de las concesiones otorgadas, como en el caso de la colonización, sirvieron más para especulación, pues dichas concesiones 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.<sup>77</sup>

### 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. Si bien 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.<sup>78</sup>

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.<sup>79</sup> Si bien no se avanzaba en el desagüe general, se realizaron algunas obras más locales. A fines de los veinte y principios de los treinta, los vecinos del extinto pueblo de La Piedad, en acuerdo con el Ayuntamiento y ante las inundaciones de la zona, realizaron un corte para conducir las aguas de los ríos de Tacubaya y de Xola hasta el Canal Nacional a la altura de la Garita de la Virgen.<sup>80</sup> En 1847 se construyeron algunos canales para llevar las aguas de Mexicalzingo hasta el lago de Texcoco. Durante la invasión norteamericana se rompieron dichos canales buscando infructuosamente impedir el avance de las tropas extranjeras.<sup>81</sup>



Puerta de la aduana de Veracruz, ca. 1885, de Abel Briquet

Pese a que a principios de los treinta, en el corto Gobierno de Anastasio Bustamante, se reactivaron los trabajos del desagüe del Valle<sup>82</sup> y que poco después Lucas Alamán logró que el Congreso destinara recursos para las obras, los

conflictos internos no permitieron prácticamente ningún adelanto.<sup>83</sup> Durante la ocupación norteamericana, la Asamblea Municipal de la ciudad encargó al ingeniero M. L. Smith un proyecto de desagüe para el Valle de México. De igual forma, con el comienzo de la temporada de lluvias de 1848, el Gobierno del Distrito Federal solicitó a Lorenzo de la Hidalga y al ingeniero civil Francisco de Garay (recién llegado de Europa) un proyecto para «evitar las inundaciones provenientes de las aguas de las lagunas de Chalco y de Xochimilco»<sup>84</sup> mediante un canal que sería conocido posteriormente como Canal de Garay.<sup>85</sup>

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. Al respecto, destaca nuevamente el caso de Manuel Escandón, quien tenía gran importancia en el comercio de Veracruz y participaría también como fiador de las aduanas en las cuales mantenía importantes contactos y, junto con otros comerciantes y empresarios firmaría un contrato con el Gobierno para construir los muelles, almacenes y oficinas para la aduana del puerto, cuyos trabajos empezarían en 1843 y serían 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.<sup>86</sup>

### Materiales y métodos tradicionales

El aletargamiento de la construcción también repercutió en sus procedimientos por lo que la mayoría de los materiales seguían siendo los tradicionales. Se recurría a la utilización de mampostería y madera, sobre todo en las construcciones importantes, mientras que el adobe era generalmente ocupado en edificaciones más humildes, aunque también en algunas iglesias. El tabique se usaba ya desde la Nueva España, pero solamente como recubrimiento más que como material estructural. Mientras que los aglomerantes utilizados eran la cal y el barro. También se desarrolló 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.<sup>87</sup> Una de las pocas innovaciones fue la introducción en el camino de Guadalajara a San

Blas del sistema denominado Mac Adam, el cual consistía en la combinación de piedra triturada con diferentes dimensiones.<sup>88</sup>

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.<sup>89</sup> 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 incrementarse el peso de las edificaciones y, con el mismo, los hundimientos. Esto se podía observar en varios edificios novohispanos importantes como la Catedral, la Casa de Moneda y el Palacio de Minería, entre otros.<sup>90</sup>

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 y para ello habían desarrollado cimentaciones mediante estacas o pilotes y a base de emparrillados, ambos de madera,<sup>91</sup> 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 Bélidor<sup>92</sup>, 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.<sup>93</sup>

## REFERENCIAS

1. Tan sólo de 1829 a 1835 hubo 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*, pp. 744.
3. *Ibidem*, pp. 768-777.
4. Lucas Alamán, proveniente de una acaudalada familia minera, estudió en el Colegio de Minería, viajó posteriormente por Europa y en 1824 se incorporó al Gobierno como ministro de Relaciones. Azuela, Luz Fernanda, *op. cit.*, p. 36.
5. Véase en el capítulo 1 el apartado «Primeras propuestas de reformas educativas».
6. González Pedrero, Enrique. *País de un solo hombre: El México de Santa Anna*, vol. II, pp. 112-125.
7. Sólo se contaba con los ministerios de Guerra y Marina, de Justicia, de Relaciones Interiores y Exteriores, y de Hacienda. Los asuntos industriales y agrícolas, así como los de infraestructura estaban encargados ya sea al de Relaciones, al de Hacienda o al de Justicia. Comentario de *El Siglo Diez y Nueve* en el que se apoya el proyecto presentado por del Castillo. Domingo 30 de marzo de 1851.
8. Vázquez, *op. cit.*, p. 777.
9. Katz, Friedrich. *Ensayos mexicanos*, p. 220.
10. Participaron en la construcción de algunas industrias arquitectos como Enrique Griffon, quien realizó la fábrica 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.
11. Vázquez, *op. cit.*, p. 777.
12. Katzman, *op. cit.*, pp. 17-18.
13. Véase el apartado «Surgimiento de una política de desarrollo nacional» en el capítulo 5.
14. Katzman, *op. cit.*, pp. 17-18.
15. La ingeniería civil mexicana. *Un encuentro con la historia*, p. 123.
16. Katzman, *op. cit.*, pp. 17 y 19.
17. Morales, María Dolores y María Gayón Córdova. «Casas y viviendas de la Ciudad de México. Espejos de las transformaciones urbanas 1848-1882» en *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Vol. VII, núm. 146 (016), 2003.

18. 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)*, p. 6. Mientras que Katzman sostiene que de 1790 a 1860 la ciudad casi duplicó su población. *op. cit.*, p. 33.
19. Katzman, *op. cit.*, pp. 33-34.
20. Jiménez, *op. cit.*, p. 6.
21. Destaca como maestro mayor de la Ciudad de México el arquitecto José Agustín Paz, así como el también arquitecto, 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.
22. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exps. 10122 y 10209.
23. Álvarez, 1906, *op. cit.*, p. 77.
24. Véase capítulo 1 en el apartado «Introducción de una formación militar nacional».
25. Dirigieron el levantamiento de fortificaciones ante la invasión norteamericana los coroneles de ingenieros Ignacio Mora y Villamil, y José Casimiro Liceaga Quezada.
26. Staples, *op. cit.*, p. 111.
27. 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 y de Minería: José Manuel Salinas, profesor de matemáticas en San Carlos; Manuel Castro, catedrático en ambas escuelas, y José Manuel Herrera, profesor de química en el Colegio de Minería donde impartía también Tomás Ramón del Moral. Asimismo, 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.*, pp. 88, 94 y 124.
28. Flores Bustamante, *op. cit.*, pp. 35-37.
29. Rodríguez Kuri, Ariel. *La experiencia olvidada. El ayuntamiento de México: política y gobierno, 1876-1912*, pp. 33-34. Morales Martínez, María Dolores. «Cambios en la traza de la estructura vial de la Ciudad de México, 1770-1866». *Ensayos Urbanos. La Ciudad de México en el siglo XIX*, pp. 120, 151 y 153.
30. 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.
31. 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*, p. 9.

32. Aún para 1860 las condiciones de vida y de trabajo de los trabajadores en la construcción de este ferrocarril se asemejaban a las «...de las penitenciarias y de los campos de trabajo forzado». Connolly, Priscilla. *El contratista de don Porfirio: obras públicas, deuda y desarrollo desigual*, pp. 184-185. Aun 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*, pp. 47-48 y 51.
33. Priscilla Connolly sostiene que la investigación de las relaciones productivas en la construcción ha sido prácticamente nula para este periodo. *Op. cit.*, pp. 178-179.
34. Morales Martínez, María Dolores. «Cambios en la traza de la estructura vial de la Ciudad de México, 1770-1855», p. 174.
35. Citado en Connolly, *op. cit.*, p. 154.
36. *El Siglo Diez y Nueve*. 30 de septiembre de 1842.
37. Al conformarse el Cuerpo de Ingenieros, hubo algunos cambios en sus integrantes: el director fue el general Juan de Orbegozo, como ingenieros inspectores quedaron el militar Juan Estrada y el ingeniero civil Francisco Somera, como ingenieros en jefe el teniente coronel José María Cortés y el también militar José del Portillo, se nombraron como ingenieros también en jefe pero supernumerarios a Andrés Jácome, a Bonifacio Zorta y al general de ingenieros Francisco Martínez Chavero, mientras que los ingenieros ordinarios eran los militares Juan Solórzano y Agustín García Conde (hijo de Pedro García Conde), el arquitecto Manuel Gargollo y el ingeniero civil Juan Manuel Bustillo. AGN. Fomento. Caminos, vol. 21, f. 302.
38. La propuesta de reglamento se encuentra en el mismo volumen que el decreto del 9 de octubre de 1848 que modifica el Cuerpo de Ingenieros (y otros documentos relacionados), pero en dicha propuesta no se especifica el año. AGN. Fomento. Caminos, vol. 21, fs. 8-20.
39. *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*, vol. II, tomo II, p. 167.
40. Katzman, *op. cit.*, pp. 61-62.
41. De 1826 a 1833 ocupa el cargo de director 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 1º de julio de 1843 es nombrado director del Colegio de Minería el ministro de Guerra y Marina José María Tornel, quien desempeñó dicho cargo hasta su muerte en 1853. Ramírez, Santiago, *op. cit.*, pp. 283, 312 y 367. Aun cuando parece que Tornel sí estudió en el Colegio de Minería. Ramos Lara, 1996, *op. cit.*, p. 63.

42. Ramírez, *op. cit.*, p. 331. Ramos Lara, 1996, *op. cit.*, p. 63.
43. La Comisión del Istmo de Tehuantepec estaba formada por el coronel Ignacio Mora, teniente coronel Luis Peláez, y los capitanes Joaquín Velásquez de León, Pedro García Conde, Rafael Durán 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.
44. Contratando como peritos facultativos para estas laboras a Tomás Ramón del Moral, Joaquín Velásquez de León, José María Cortés Gallardo y Manuel Mier y Terán. Ramos Lara, 1996, *op. cit.*, p. 55.
45. Comisión encabezada por el General Manuel Mier y Terán, quien había interrumpido sus estudios en el Colegio de Minería para incorporarse a las fuerzas insurgentes, y que contaba además con los ingenieros militares Constantino Tarnava y José Batres. Azuela, *op. cit.*, pp. 29, 81-82.
46. González Pedrero, vol. II, *op. cit.*, p. 549.
47. Como Tomás Ramón del Moral, Joaquín Velásquez de León y posteriormente Manuel Andrés del Río.
48. *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.
49. *Historia de los caminos de México*, tomo II, *op. cit.*, p. 73.
50. 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.
51. 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.
52. José Salazar Ilarregui fue nombrado como agrimensor; 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.
53. Se designó 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.
54. Ilarregui sería también 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-astrólogos e ingenieros (siglos XVII al XIX)*, pp. 217, 220-221.

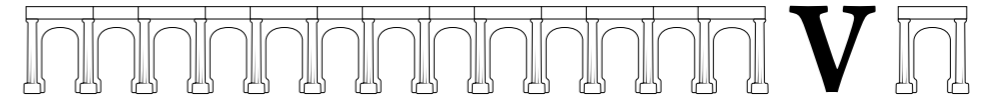
55. González Pedrero, *op. cit.*, p. 525.
56. Siliceo, *op. cit.*, p. 45.
57. El terreno se regalaba, se concedía la exención de impuestos y la libre importación de artículos para la nueva colonia.
58. González Pedrero, *op. cit.*, pp. 549-550. Vázquez, *op. cit.*, pp. 804-806.
59. *Ibid.*, pp. 806-808. González Pedrero, *op. cit.*, pp. 561, 564 y 577.
60. 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.
61. Vázquez, *op. cit.*, pp. 810-818.
62. Siliceo, *op. cit.*, p. 45.
63. *Historia de los caminos de México*, tomo II, *op. cit.*, pp. 43, 55, 59 y 73.
64. 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.
65. *Ibid.*, p. 103.
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. El mantenimiento de este camino estaba a cargo de Carlos Shergold. De la Torre, *La ingeniería en Jalisco en el siglo XIX.*, pp. 125-126.
68. Margarita Urías 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. Urías, *op. cit.*, pp. 25-27.
69. 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 de 20 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.
70. Anteriormente de capital norteamericano.
71. 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*, pp. 73 y 75.
72. Urías, *op. cit.*, pp. 36-36.

73. Riguzzi, *op. cit.*, p. 44.
74. «La primera clase comprenderá las rutas que desde esta capital conduzcan á las de los Departamentos y á los puertos de Veracruz y Acapulco. La segunda clase la compondrán los caminos que vayan de una capital de Departamento á otra, y de éstas á los puertos de mar principales y á las fronteras de las repúblicas vecinas. Por último, la tercera clase la formarán las comunicaciones interiores de las capitales con los pueblos, ó de pueblo á pueblo en cada Departamento, ó de un Departamento con pueblos de otro colindante. Los caminos que solo vayan a las haciendas y ranchos, se consideran privados; y en tal calidad no se incluyen en esta clasificación.» *El Siglo Diez y Nueve*. 30 de septiembre de 1842.
75. *Idem*.
76. Lo cual se haría patente desde la complicada ruta México-Veracruz. *La ingeniería civil mexicana. Un encuentro con la historia*, pp. 129 y 134.
77. Riguzzi, *op. cit.*, pp. 56 y 63.
78. Katzman, *op. cit.*, p. 354.
79. 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.
80. Actual Viaducto Río de la Piedad. Garay, Francisco. *El Valle de México. Apuntes históricos sobre su hidrografía*, p. 55.
81. *El Siglo Diez y Nueve*. 14 de diciembre de 1848.
82. Los trabajos fueron dirigidos por el coronel José Rincón.
83. Perló Cohen, *op. cit.*, pp. 49-50.
84. AGN. Fomento. Caminos, vol. 21, fs. 84-86.
85. *El Siglo Diez y Nueve*. 14 al 18 de diciembre de 1848.
86. Urías, *op. cit.*, p. 44.
87. Téllez, *op. cit.*, pp. 72-73. Katzman, *op. cit.*, pp. 314-315.
88. De la Torre, *op. cit.*, pp. 125-126.
89. 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.
90. 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.

91. León, *op. cit.*, p. 33; Tamayo, 1972, *op. cit.*, pp. 187-192; y Bracamontes, *op. cit.*, pp. 169-170.
92. Álvarez, 1906, *op. cit.*, p. 97. Desde la creación del Colegio de Minería, Elhúyar propone comprar varios libros, entre ellos algunos de Béliador. Ayala, *op. cit.*, pp. 26-27.
93. Téllez, *op. cit.*, pp. 72-73.



## LA ÉPOCA DE LAS REFORMAS



### REESTRUCTURACIÓN GUBERNAMENTAL

#### Nuevas dependencias encargadas del desarrollo material

A pesar de los intentos anteriores, no fue sino hasta mediados de siglo cuando los ideales modernizadores se reflejaron en una reorganización administrativa enfocada a impulsar la economía nacional y a superar las enormes carencias materiales mediante el desarrollo de su infraestructura, así como de su integración mediante comunicaciones adecuadas. En 1848 se realizó una reorganización en las primeras instituciones civiles encargadas del desarrollo de la infraestructura nacional con el decreto que desapareció el Cuerpo de Ingenieros y creó en su lugar la Dirección General de Caminos y la Dirección del Desagüe de Huehuetoca. El mismo decreto suprimió la plaza de Arquitecto de la Ciudad, ya que la Dirección del Desagüe sería en adelante la encargada de las obras públicas de la Ciudad y Valle de México.<sup>1</sup>

Poco tiempo después, se propondría 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 planteó al Congreso la desaparición de la Junta de Fomento

← La Ciudad de México tomada en globo, de Casimiro Castro, 1855-1856

y Administrativa de Minería para crear 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».<sup>2</sup>

Al manifestar su apoyo al proyecto de Antonio del Castillo, el diario *El Siglo Diez y Nueve* 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, existe [sic] 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.»<sup>3</sup>

174 Se propuso que este ministerio, que nombraron como de «mejoras materiales», fuera 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.<sup>4</sup> Así como había 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 las reformas propuestas por del Castillo no lograron ser aprobadas en el Congreso en un principio y posteriormente éste sería disuelto al recuperar los conservadores el poder quienes colocarían una vez más a Santa Anna en la presidencia en 1853.<sup>5</sup>

A pesar del giro conservador del nuevo Gobierno, la idea de crear un ministerio encargado del adelanto material del país sería 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.<sup>6</sup> Uno de los primeros actos de Gobierno de Santa Anna fue designar a los distintos secretarios, entre ellos el principal sería Lucas

Alamán en el Ministerio de Relaciones, quien deseaba una política de desarrollo económico e industrial pero que respetara al mismo tiempo los privilegios tradicionales de ciertos grupos.<sup>7</sup> Acorde con esta idea, días después se creaba el Ministerio de Fomento, Colonización, Industria y Comercio, en donde sería designado como su primer secretario Joaquín Velázquez de León.<sup>8</sup>

La coincidencia en la necesidad de un Ministerio de Fomento permitió que éste continuara a pesar de los conflictos por los cuales todavía tendría que atravesar el país, ya que sería retomado tanto por conservadores como por liberales. Así, después del derrocamiento de Santa Anna, Ignacio Comonfort como presidente provisional incluyó al Ministerio de Fomento dentro del *Estatuto Orgánico Provisional de la República*, el cual sería ratificado también con la *Constitución de 1857*. Durante la Guerra de los Tres Años la secretaría continuaría; posteriormente, con el triunfo liberal, dicho Ministerio de Fomento sería integrado con el de Justicia en 1861. Con la intervención francesa y la salida forzada del Gobierno de Juárez hacia el norte del país, el interés gubernamental por los trabajos materiales proseguiría, por lo que al crear, mediante el *Estatuto Provisional del Imperio Mexicano* de 1865, nueve departamentos ministeriales, uno de ellos sería el de Fomento. Nuevamente, con el retorno de Juárez a la capital sería retomado el Ministerio de Fomento, el cual permanecería por largo tiempo.<sup>9</sup>

175

También en el Gobierno de la Ciudad de México se realizaba 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». En mayo de 1856 se creaba la Comisión de Obras Públicas que 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 sería retomada por los conservadores y el Segundo Imperio, pero la nombrarían Dirección de Obras Públicas.<sup>10</sup>

### Surgimiento de una política de desarrollo nacional

El Ministerio de Fomento tuvo a su cargo diversas cuestiones, desde la formación de una estadística nacional, la colonización, el impulso al comercio y a 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».<sup>11</sup> El Gobierno buscaba incidir positivamente en el desarrollo material del país con el surgimiento de este ministerio y para lograrlo amplió la intervención federal en las diversas cuestiones bajo su competencia. Al respecto, Priscilla Connolly sostiene que con el Ministerio de Fomento surgió por primera vez un instrumento administrativo que permitía al Estado desempeñar un papel activo en la promoción económica y en la construcción de los medios materiales para su desarrollo.<sup>12</sup>

176 Junto con el surgimiento de una mayor injerencia en el fomento material del país, el Gobierno se vio en la necesidad de establecer una política determinada en estas cuestiones, lo que iría acompañado de la delimitación de sus competencias y de la conceptualización de los trabajos que pretendía impulsar. Al mismo tiempo que se creaba el Ministerio de Fomento, también se establecieron 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.<sup>13</sup>

Pero más importante sería la generalización y delimitación del concepto de «obra pública», el cual se encontraba ya desde la propuesta de Antonio del Castillo de crear un Consejo de Minería y Obras Públicas, sin embargo, se establecería poco después junto con la creación del Ministerio de Fomento como una de sus funciones. Así, el Ministerio de Fomento sería el encargado de realizar todas las obras públicas en general, incluso, en algunos casos, de aquellas que antes eran realizadas por los ayuntamientos.<sup>14</sup> Ya en 1853, Santa Anna expediría un decreto que establecía que en lo sucesivo el Ayuntamiento de la Ciudad de México sólo tendría a su cuidado los paseos y calzadas dentro de las garitas.<sup>15</sup>

Para poder delimitar y establecer sus atribuciones, el Gobierno tuvo que establecer una definición explícita de las «obras de utilidad pública», la cual apareció en 1856, bajo el Gobierno de Comonfort (para determinar cuándo es procedente una expropiación), sosteniendo que éstas 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.»<sup>16</sup>

Un año después se expidió el *Reglamento Provisional para la Administración General de Caminos y Peajes* en donde también se introdujo la idea de «interés público», el cual debería ser defendido por el Ministerio de Fomento, a través de los directores de caminos, y buscaría conciliar los intereses particulares y el público en general.<sup>17</sup> Sería solamente a partir de esta conceptualización de las obras públicas que se pudo establecer una política para su planificación. Desde ese momento, a pesar de la permanencia de conflictos políticos y armados, los gobiernos lograron consolidar algunas de sus acciones que tendrían que ver con el impulso al desarrollo material del país, en muchos casos a través del Ministerio de Fomento o la Comisión o Dirección de Obras Públicas de la Ciudad de México.

177 Junto con el desarrollo de la concepción de la obra pública, se fue definiendo una nueva idea del trabajo de corte más liberal que se reflejó en la Constitución de 1857, en su artículo 5º, donde se sostenía que «...nadie puede ser obligado a prestar trabajos personales sin la justa retribución y sin su pleno consentimiento». Esto dejaba fuera de la ley el trabajo basado en el régimen penitenciario. No obstante, 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, si bien se dieron pasos importantes en ese sentido, no llegó a suprimirse totalmente.<sup>18</sup> A pesar de lo anterior, el trabajo asalariado iría cobrando importancia, la migración de las ciudades se incrementaría (en parte debido a la expropiación de las comunidades indígenas) y se generaría con ello un mercado de mano de obra sumamente barato,<sup>19</sup> lo que, junto con la idea plasmada en la Constitución de que todo trabajo debería ser justamente retribuido, alentaría esta forma de trabajo.

### Vinculación de los ingenieros con el Gobierno

Para mediados de siglo, la formación en ingenierías no militares fue adquiriendo mayor importancia, no solamente en el medio académico, sino también

en su papel profesional en general. Uno de sus roles importantes sería el desempeñado dentro del Gobierno, aun cuando en el mismo siguieron participando militares, se empezó a incorporar a un mayor número de burócratas civiles. Desde esta época, el Gobierno apreciaba la conveniencia de contar con individuos capacitados para organizar y administrar el país, por lo que varios egresados de ingeniería y carreras afines tendrían la opción de laborar dentro de la burocracia estatal y llegarían 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 dirigirlos, y por esta razón, desde su creación se vinculó al ministerio con el Colegio de Minería. En 1853, se nombró como primer secretario del ministerio al profesor Joaquín Velázquez de León, quien al poco tiempo sería designado también director del Colegio.<sup>20</sup> Ya desde la dictadura santanista se daría un primer esfuerzo por integrar la educación técnica y su impulso profesional, pues para fines de 1854 se estableció que el Colegio de Minería y las escuelas de minas, comercio y agricultura, ya establecidas y las que se crearan para el fomento de estos ramos y los de la industria y artes, dependerían del Ministerio de Fomento.<sup>21</sup> Esto propició la incorporación de los egresados del Colegio de Minería a dicha secretaría y que ambas dependencias compartieran reiteradamente sus directivos.<sup>22</sup>

Por el lado de los liberales, el ingeniero Blas Balcárcel ocuparía varias veces la dirección del Colegio de Minería, coincidiendo en 1861 también en el Ministerio de Fomento, cuando es fundido con el de Justicia. Con la intervención francesa el ingeniero del Colegio de Minería y militar, José Salazar Ilarregui, sería nombrado ministro de Fomento durante la Junta Superior de Gobierno y ratificado después al establecerse el Imperio, mientras que Joaquín Velázquez de León sería designado nuevamente como director del Colegio de Minería, pero al viajar éste a Europa,<sup>23</sup> 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 de este ministerio.<sup>24</sup> Con el restablecimiento de la República,

nuevamente Balcárcel ocuparía tanto la dirección del Colegio de Minería como del Ministerio de Fomento hasta el fin del Gobierno de Lerdo de Tejada en 1876.<sup>25</sup> 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, los ingenieros y arquitectos comenzarían a tener una labor destacada. El ingeniero civil formado en España, Francisco Somera, ocupó cargos públicos importantes entre 1850 y 1866, como regidor del Ayuntamiento, jefe de caminos y canales, y tuvo bajo su responsabilidad el ramo de atarjeas y canales.<sup>26</sup> Sería Somera quien le daría forma a la recién creada Comisión de Obras Públicas que reemplazaría a la Obrería Mayor de la ciudad en 1857, la cual estaba encargada solamente a un administrador que no era perito, y la nueva comisión pondría bajo la inspección de cuatro arquitectos de la ciudad;<sup>27</sup> un par de años después, en 1859, se integraría Salazar Ilarregui.<sup>28</sup> Posteriormente, en 1862, en la ahora llamada Dirección de Obras Públicas, se incorporarían varios ingenieros arquitectos de los cuales quedaría como director Francisco P. Vera.<sup>29</sup>

Durante el Segundo Imperio, Ilarregui llegaría a ser secretario de Gobernación y un par de veces de Fomento. Por su parte, Francisco Somera ocuparía no sólo importantes cargos en el Ayuntamiento de la Ciudad de México, sino también en el Ministerio de Fomento.<sup>30</sup> 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.<sup>31</sup> Pero el deseo de contar con gran número de ingenieros residentes no estaba acorde con los recursos, por lo que al poco tiempo no



Ingeniero civil Francisco Somera

pudo mantenerse más todo ese personal y Somera tuvo que practicar medidas para reducir los gastos.<sup>32</sup>

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, u 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.<sup>33</sup> Aun cuando también se han encontrado a algunos arquitectos e ingenieros arquitectos dentro de la burocracia, su papel no fue tan destacado; mientras que, por su parte, aunque el número de ingenieros no militares se incrementó, los de origen castrense continuarían desarrollando una vida política importante.

### Conceptualización de los ingenieros

180 Junto con su acercamiento al Ministerio de Fomento, encargado del progreso material en el que las cuestiones de ingeniería eran fundamentales, se comenzaría a dar una mayor valorización a los ingenieros. A pesar de que los ingenieros militares tenían un importante papel<sup>34</sup> y de la falta de rapidez para formar profesionistas capaces de alentar el desarrollo nacional, poco a poco se irían destacando en diversas obras algunos ingenieros y arquitectos, tanto nacionales como extranjeros, lo que motivaría una mayor aceptación de estas carreras y del concepto de ingeniero en general.

No sólo en el Colegio de Minería se fue 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 fueron sucediendo. Por ejemplo, en 1856, al desaparecer la Dirección de las Obras de Desagüe de Huehuetoca, quedaría encargado de la ejecución y vigilancia de dichas obras un ingeniero con el título de administrador, nombrado por el Gobierno.<sup>35</sup> Posteriormente, con el incremento de las comisiones designadas por el Gobierno durante la República Restaurada, en especial en las de caminos, se haría más patente la tendencia a

llamar «ingenieros» a los encargados de las diversas obras, sin mayores especificaciones, lo cual demostraba la aceptación y la necesidad de tales profesionistas.<sup>36</sup> Poco más de un año después de regresar el Gobierno de Juárez a la capital, en octubre de 1868, se publicaría el *Reglamento de Ingenieros de Caminos*, donde se estableció que sólo podrían ser directores de caminos los ingenieros titulados, quienes serían nombrados por el Gobierno por medio de la Secretaría de Fomento.<sup>37</sup> Ya en el Gobierno de Lerdo de Tejada, en 1873 se publicó una disposición para que las obras en los edificios de Instrucción Pública fueran hechas por los «ingenieros» que designara el mismo ministerio.<sup>38</sup>

Estos nuevos «ingenieros» y arquitectos desligados de la milicia compartirían con los ingenieros militares algunas de las obras que comenzaron 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 estaría mayormente dominada por arquitectos, destacando algunos extranjeros e integrándose también los egresados como ingenieros arquitectos. Se comenzó también con la delimitación de las opciones constructivas en las que se encontraban capacitados para ejercer. Así, en 1865, se estableció que los ingenieros civiles y arquitectos titulados podrían encargarse de todo tipo de construcciones y proyectos, mientras que los maestros de obra solamente estarían 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 quedaron 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.<sup>39</sup>

Como en el periodo anterior, una opción laboral importante seguía 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 como profesores tanto a ingenieros arquitectos, arquitectos solamente, ingenieros militares y al ingeniero civil Francisco de Garay. La posibilidad de que los egresados de una escuela impartieran en otra se mantuvo, como el ingeniero arquitecto Eleuterio Méndez y

181

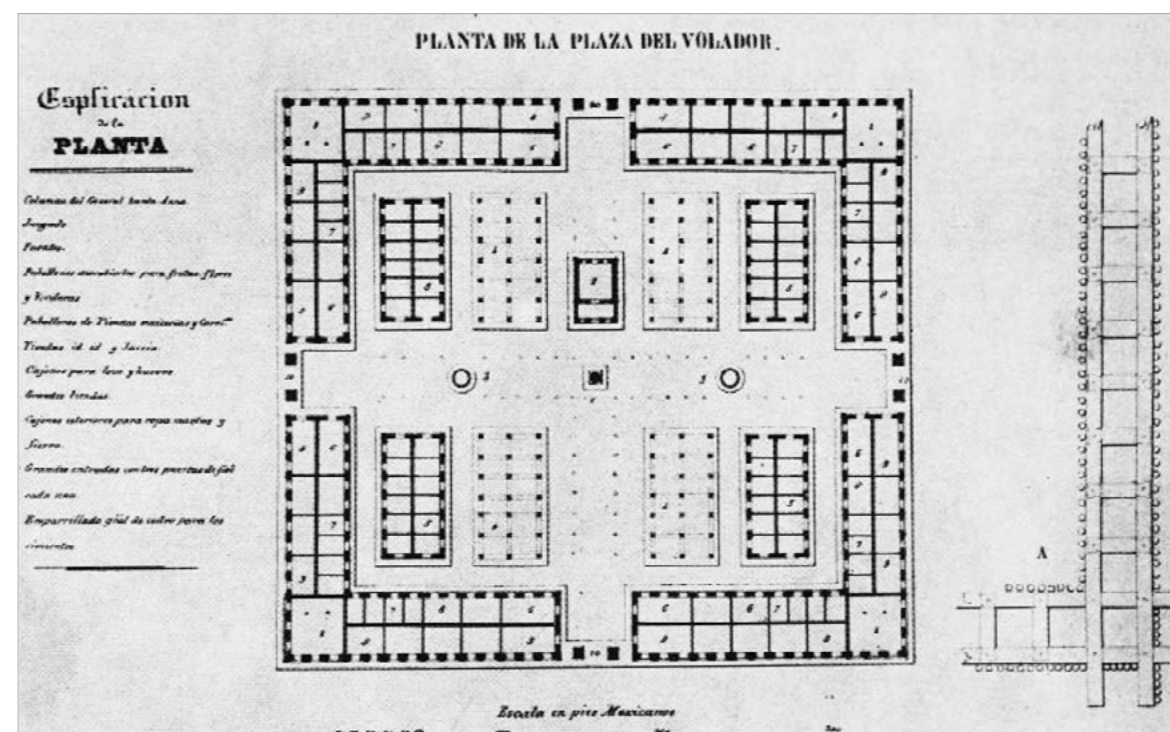
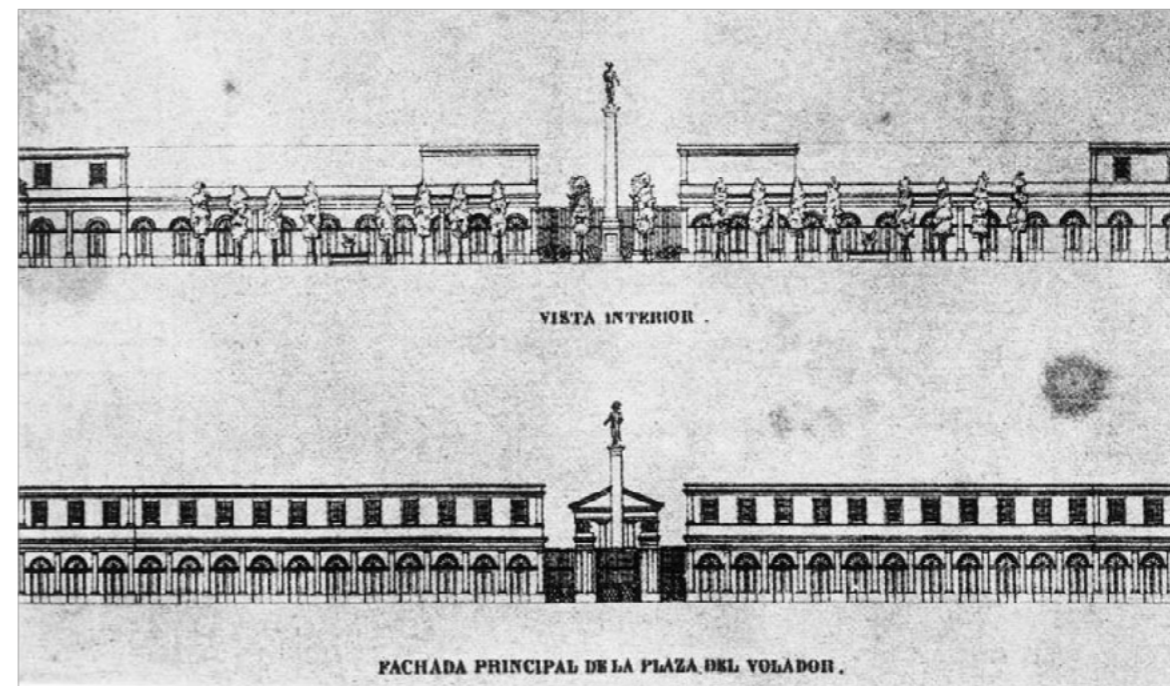
el arquitecto Ventura Alcerreca que impartían en la Escuela de Ingeniería o el ingeniero arquitecto Manuel Francisco Álvarez, quien llegó a ser director de la Escuela Nacional de Artes y Oficios. También aquellos que colaboraban en los trabajos cartográficos impartían clases como Francisco Díaz Covarrubias, quien era profesor de astronomía en el Colegio de Minería y que incluso participó en el diseño de la reforma educativa de 1867.

## EDIFICACIÓN Y URBANIZACIÓN

### Nuevo comienzo constructivo

La actividad constructiva a principios de la era independiente era sumamente reducida y sería hasta la década de 1840 cuando habría de presentarse una pequeña mejoría al realizarse algunas obras importantes, aunque todavía a cuentagotas. En un principio se buscaba renovar algunos edificios para ajustarlos a las nuevas necesidades. Por ejemplo, en la plaza central de la capital se destruyó el mercado que ahí se encontraba, llamado del Parián, para sustituirlo por otro en la plaza del Volador entre 1841 y 1844, lo que marcó el comienzo de la lenta renovación urbana de la Ciudad de México.<sup>40</sup> El nuevo mercado fue realizado por el español Lorenzo de la Hidalga, egresado de la Academia de San Fernando, quien era considerado el arquitecto más destacado de la época. Poco después, Enrique Griffon proyectó otro mercado en la plaza de San Juan, llamado de Iturbide y construido entre 1849 y 1850.

Lorenzo de la Hidalga también construyó el estupendo Teatro Santa Anna (1842-1844), el cual sería conocido posteriormente como Vergara y después denominado Nacional, uno de los teatros más importantes de la época.<sup>41</sup> Poco después, 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, pero que no sería terminada sino hasta 1858.<sup>42</sup>



Fachada y planta del mercado del Volador

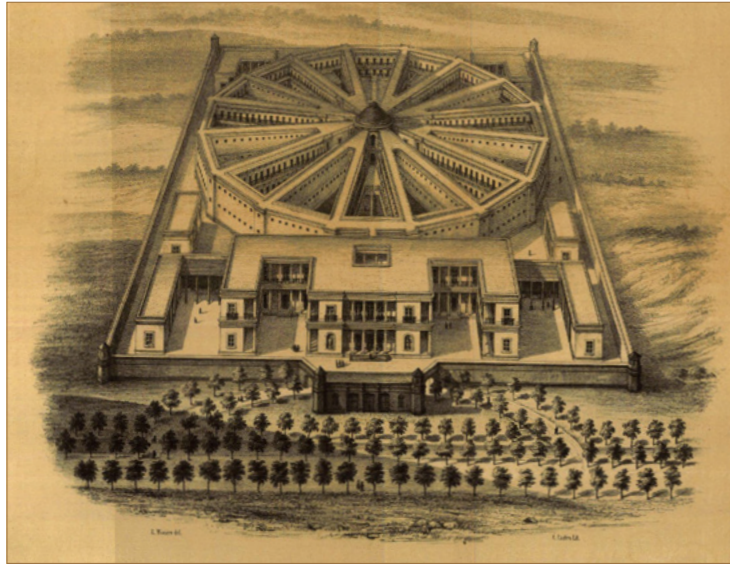


Litografía del antiguo Teatro Nacional  
© CONACULTA. INAH. CNMH. FCR-V. México. A.2, T. VII, p. 57.

Al verse superada la capacidad de la cárcel de la Acordada, en 1848 el Gobierno convocó a un concurso para una penitenciaría en el cual resultó seleccionado el proyecto de Lorenzo de la Hidalga. Si bien De la Hidalga no realizó su proyecto para un lugar específico, el Ayuntamiento capitalino le otorgaría un terreno al poniente de la ciudad, en el ejido de la Horca.<sup>43</sup> Los trabajos se iniciaron hasta 1853, pero serían suspendidos definitivamente en 1862 sin más avances que los cimientos.<sup>44</sup> De la Hidalga también proyectó una plaza de toros enfrente de la estatua ecuestre de Carlos IV en el Paseo Nuevo con capacidad para 10 000 personas, construida en 1851 totalmente de madera, enfrente de la cual levantó también su propia casa.<sup>45</sup>

A partir de la segunda mitad del siglo XIX, el déficit habitacional de la Ciudad de México se incrementó, lo que provocó 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 expidió un decreto en el que se ampliaban los límites de la ciudad, lo que generaría el inicio de los negocios inmobiliarios.<sup>46</sup> Sin embargo, sería con la desamortización de los bienes eclesiásticos que se generarían mayores oportunidades constructivas para desarrollar algunas nuevas edificaciones, principalmente de adaptación de los antiguos edificios a nuevos fines. La ley «Lerdo» de desamortización fue expedida en 1856 para la adjudicación y remate de inmuebles de las corporaciones, pero durante la Guerra de Reforma fue derogada.<sup>47</sup> No obstante, con el triunfo de los reformistas en 1861, sería aplicada una ley más radical de nacionalización. De esta forma, se han documentado veintinueve conventos y colegios religiosos que cambiaron de uso a partir de 1861.<sup>48</sup> Lo anterior coincidió también con el fuerte terremoto de 19 de junio de 1858, el cual hizo necesario reparaciones e incluso la demolición de algunos conventos y casas.<sup>49</sup>

No sólo en las propiedades religiosas, sino también en las públicas y privadas se dieron diversas adaptaciones. Por ejemplo, a partir de que pasó a administrar la Lotería, la Academia de San Carlos pudo ampliar y remodelar su edificio, aunque participaron diversos arquitectos en este largo proceso, el diseño de la nueva planta y fachada sería obra de Javier Cavallari.<sup>50</sup> Por otra parte, ante el infructuoso intento de construir la penitenciaría, en 1863 se optó por remodelar el Convento de Belén para convertirlo en cárcel, proyecto realizado nuevamente por Lorenzo de la Hidalga.<sup>51</sup> Destacarían también 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. De igual forma, la Escuela de Jurisprudencia fue remodelada por el ingeniero arquitecto Mariano Téllez Pizarro.<sup>52</sup> Por su parte, el ingeniero arquitecto Manuel Francisco Álvarez realizó el proyecto para transformar el lado sur de Palacio Nacional para la Secretaría de Fomento, así como la adaptación del exconvento de San Lorenzo para la Escuela de Artes y Oficios en 1878.<sup>53</sup>



Proyecto de penitenciaría de Lorenzo de la Hidalga  
© SAGARPA. SIAP. MMOB. No. clasificador 1486-OYB-7252-A-10

186

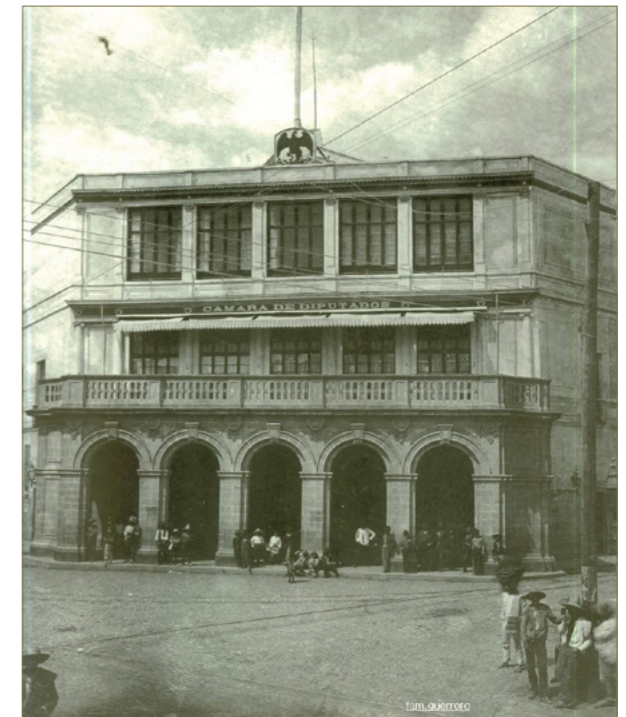
Aun cuando menores en número, se desarrollaron también algunas obras nuevas de edificación, como el Teatro Iturbide del empresario Francisco Arbeu, diseñado por el ingeniero Santiago Méndez<sup>54</sup> entre 1851 y 1856. Posteriormente, en agosto de 1872, al destruir un incendio el recinto de la Cámara de Diputados ubicado en Palacio Nacional, sería rehabilitado dicho teatro para realizar sus sesiones en él.<sup>55</sup>

Ya durante el Segundo Imperio, Lorenzo de la Hidalga sería designado director de las obras de Palacio Nacional y sustituido posteriormente por el arquitecto Ramón Rodríguez Arangoity, recién llegado de Europa, quien también se encargaría de algunos trabajos del Paseo del Emperador y del Castillo de Chapultepec.<sup>56</sup> Al terminar la intervención francesa, Arangoity se hizo cargo de diversos trabajos particulares. En 1869, proyectó y dirigió la construcción del Hotel Guillow, también diseñó y comenzó la Catedral de Toluca (fue sustituido después por el arquitecto Luis G. Anzorena), proyectó el Panteón General en 1871 y construyó varias casas particulares.<sup>57</sup> Uno de los últimos trabajos de Lorenzo de la Hidalga también sería una casa: la de Vicente

Escandón en la plaza Guardiola, conocida como la "Casa de los perros" por las esculturas que la coronaban.

A pesar de estos casos, de manera general, la construcción continuaría en niveles modestos por un par de décadas más,<sup>58</sup> lo que llevará incluso a confrontaciones para poder conseguir las obras, como sucedió con el concurso por el monumento a la Independencia, conflicto en el cual el bando de Griffon sostenía que «Hidalga por su rica posición se hacía dueño de todas las obras y que a los demás arquitectos nada les quedaba por hacer».<sup>59</sup> Aun cuando se ha demostrado la calidad del trabajo de De la Hidalga en contra de sus críticos,<sup>60</sup> es verdad que logró concentrar algunas de las obras más importantes, lo que no fue bien visto por sus colegas, lo cual permite apreciar que las pocas oportunidades de trabajo eran muy disputadas. No era inusual la utilización de intrigas y de buenas relaciones para conseguir buenos contratos, por ejemplo, Manuel Francisco Álvarez comentaba de Luis G. Anzorena que «...sus buenas relaciones sociales le procuraron obras de importancia... y empleos públicos»<sup>61</sup>.

187



Teatro Iturbide remodelado para Cámara de Diputados en 1872 e incendiado en 1909





«Casa de los perros» en la plaza Guardiola

### Renovación urbana e incipiente crecimiento de la Ciudad de México

Ya desde fines de la primera mitad del siglo XIX, aparecerían algunas novedades en la estructura urbana de la ciudad, principalmente al sur de la Alameda con la regularización de las calles del barrio de Nuevo México y poco después con la formación de la pequeña colonia Francesa del Paseo Nuevo en 1849 en cuyo proyecto colaboró el arquitecto Enrique Griffon.<sup>62</sup> Poco después, con la ampliación de los límites de la ciudad, pero principalmente a partir de la desamortización de los bienes eclesiásticos y corporativos, comenzaría a producirse un mayor movimiento en la propiedad urbana y a surgir un incipiente mercado inmobiliario.

Con las leyes de desamortización se vendieron cerca del 40% de las casas de la ciudad, lo que trajo como consecuencia que el control de la propiedad

pasara de manos de la Iglesia a las de particulares, pero sin que se diera una mayor desconcentración de la propiedad que permitiera aumentar el número de propietarios. La coyuntura desamortizadora fue aprovechada sobre todo por empresarios surgidos en la década de los cuarenta dedicados principalmente al comercio e incluso al agio, como la familia Escandón o José Ives Limantour (padre).<sup>63</sup> También lograron hacerse de propiedades algunos nuevos empresarios, varios de ellos vinculados a la construcción como Lorenzo de la Hidalga y otros constructores con puestos a la vez en el Gobierno, como Manuel Gargollo y Francisco Somera.<sup>64</sup> El ingeniero civil Francisco Somera, quien trabajaba para el Ayuntamiento, denunciaría y lograría adquirir 21 inmuebles, antes propiedad de la Iglesia, quince de ellos al sur de la Alameda, zona que continuó con su proceso de renovación urbana; en consecuencia, Somera sería uno de los principales beneficiados de dichas transformaciones.<sup>65</sup>

Ya antes de las leyes de desamortización, Francisco Somera había realizado el levantamiento de planos de los ejidos de la ciudad. Posteriormente, denunció que no se había pagado cabalmente la renta del ejido de la Horca que se encontraba en arrendamiento por lo que buscó comprar dichos terrenos, y a pesar de que las autoridades municipales se oponían, logró la adjudicación a un precio ínfimo, gracias a sus buenas relaciones con el gobernador del Distrito.<sup>66</sup> En una parte de esos terrenos al poniente de la ciudad, Somera proyectaría en 1858 el «primer fraccionamiento de la Ciudad de México» especialmente para arquitectos e ingenieros, motivo por el cual lo nombraría «colonia<sup>67</sup> de los Arquitectos».<sup>68</sup> De esta manera se impulsó, aunque lentamente en un principio, la expansión de la ciudad, lo cual produjo para 1861 pequeñas variaciones en sus límites con la creación de seis manzanas entre Balderas y Bucareli, así como con nuevas casas en su periferia,<sup>69</sup> y para ese mismo año ya se había trazado la primera colonia Santa María la Ribera.

Con estas primeras colonias quedaba instaurado un modelo inmobiliario que continuaría en el Porfiriato; por una parte, los desarrolladores ocuparían sus posiciones dentro del Ayuntamiento de la Ciudad de México para sus negocios inmobiliarios,<sup>70</sup> y por otra, la realización de las nuevas colonias sería impulsada por el Gobierno, liberándolos de algunas contribuciones como el predial y cargos a la importación de materiales,<sup>71</sup> a la vez que les proporcionaba por su cuenta

la introducción de servicios como agua, alumbrado y policía,<sup>72</sup> apoyándose cuando fue posible en las facilidades que ofrecían las leyes de colonización, aun cuando los nuevos fraccionamientos no estuvieran destinados a ese propósito.<sup>73</sup>

Posteriormente, durante el Segundo Imperio, Maximiliano proyectó una calzada para unir en línea recta el Castillo de Chapultepec hasta la estatua de Carlos IV,<sup>74</sup> para lo cual encargó 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, los cuales serían continuados posteriormente por el Ministerio de Fomento. La nueva avenida pasaría, entre otros, por los terrenos de Francisco Somera por lo que se le compró una parte de éstos para la creación del paseo y de la glorieta a Colón, lo cual alentó aún más los trabajos de urbanización de la zona. Durante la intervención francesa, Somera llegó a ser regidor del Ayuntamiento de la ciudad donde coordinó trabajos en atarjeas y mantenimiento de las calles, e introdujo el drenaje en su colonia a partir de un proyecto realizado por él mismo;<sup>75</sup> además, logró que el Gobierno imperial aprobara un presupuesto para introducir el agua potable a partir de un proyecto realizado por el ingeniero civil Francisco de Garay, lo que

190

convirtió a la colonia de los Arquitectos en una de las primeras en contar con servicios modernos por encima de colonias mucho más pobladas.<sup>76</sup>

En el caso del fraccionamiento de los Arquitectos, como en otras nuevas colonias, los predios elevarían enormemente su valor durante el Porfiriato. María Dolores Morales ha calculado que Somera aumentó 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. En un principio varios ingenieros y arquitectos adquirieron predios en el fraccionamiento,<sup>77</sup> si bien la mayoría de los propietarios obtuvieron los lotes para especular, unos pocos ingenieros y arquitectos los compraron para construir casas y venderlas, como el arquitecto Emilio Dondé, quien adquirió alrededor de veinte lotes, y el ingeniero arquitecto Eleuterio Méndez, quien construyó varias viviendas.<sup>78</sup>

Al mismo tiempo que surgían nuevas colonias, la expropiación de los bienes eclesiásticos y el incremento de la migración a la Ciudad de México,

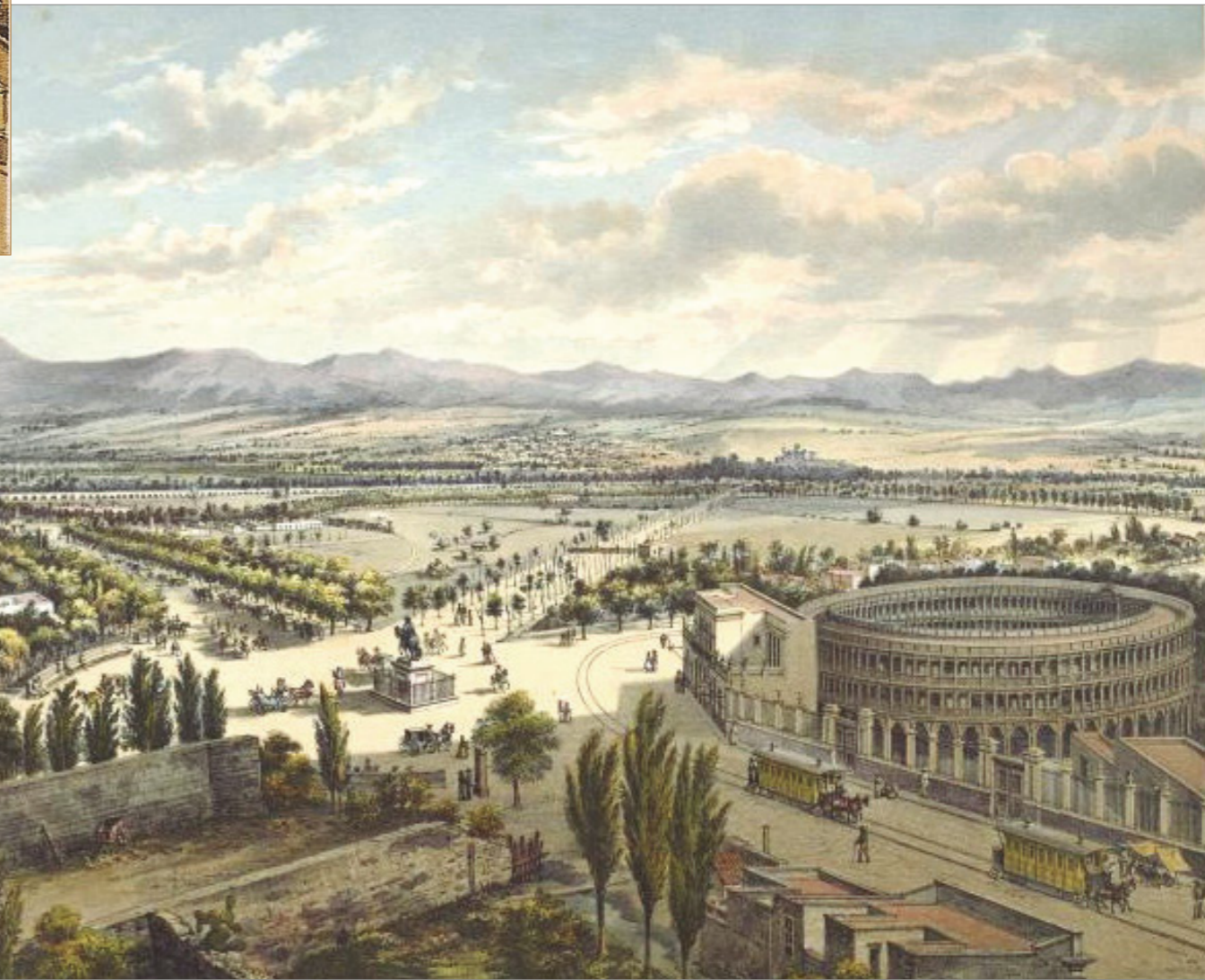
principalmente en busca de trabajo,<sup>79</sup> provocaron la intensificación de la división de las casas para albergar a un mayor número de individuos. Esto se presentó tanto en las antiguas propiedades religiosas como en inmuebles privados, lo que aumentó el promedio de viviendas por casa de 5.47 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 dio no sólo en la zona central, sino también en la periferia de la ciudad. De esta forma, se generó una mayor polarización urbana entre aquellas nuevas colonias amplias, 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.<sup>80</sup> Si bien ya se presentaba una división entre una zona más amplia al poniente a donde llegaban primero las aguas potables y otro al oriente en donde el agua salitrosa convivía con las aguas negras de la ciudad, esta diferenciación se consolidará al tiempo que se va generando un mercado inmobiliario.<sup>81</sup> Al parecer, esta división territorial será un factor importante para que el proyecto de penitenciaría en la región poniente, donde se construían los nuevos fraccionamientos, no tuviera éxito.<sup>82</sup>

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 calles a través de ellos, lo que repercutía en la estructura urbana general.<sup>83</sup> Además, el surgimiento de nuevas colonias y de planes de urbanización generó un mayor interés en cuanto a las calles de la ciudad.<sup>84</sup> En 1853, sería comisionado por el Gobierno el ingeniero civil Francisco de Garay para la apertura 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 Peñón a la salida de San Lázaro, hacia el camino a Puebla, cuyo trabajo sería reconocido por el ministro de Fomento, Manuel Siliceo,<sup>85</sup> y obviamente, durante el Segundo Imperio se comenzaría 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 atarjeas,<sup>86</sup> aunque el primer registro de compañías encargadas de la construcción y reposición de empedrado que se conoce es de 1871.<sup>87</sup>

191

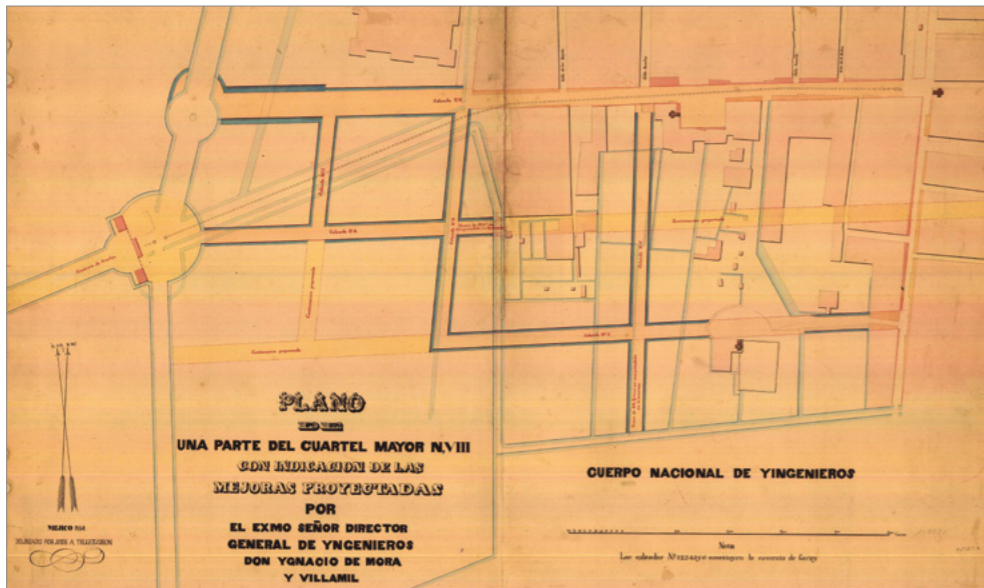


Apertura del Paseo del Emperador desde el Paseo Nuevo de Bucareli a Chapultepec, de Casimiro Castro, 1869



Paseo de Bucareli, de Casimiro Castro, 1857

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 ésta.<sup>88</sup> 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. A partir de lo cual, Cavallari realizaría entre 1860 y 1861 con la ayuda de algunos de sus alumnos<sup>89</sup> 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 se consideraba también uno de los más sólidos, ya que se apoyaba en los restos de 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.<sup>90</sup>



Apertura de calzadas cerca de Arcos de Belén contratadas con Francisco de Garay  
© SAGARPA. SIAP. MMOB. NO. Clasificador 967-OYB-725-A

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 contrataría al ingeniero civil Francisco Jiménez y al 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 se sabe, 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.<sup>91</sup>

#### Primeras innovaciones en los métodos y técnicas constructivas

Si bien seguían predominando los métodos constructivos tradicionales, poco a poco, se iban 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. 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, lo que incrementaba su hundimiento, problema que sufrían diversos edificios novohispanos importantes.<sup>92</sup>

En la renovación de las concepciones constructivas tendría un papel importante Lorenzo de la Hidalga, de quien se criticaría su Teatro Nacional con el argumento de que los muros no tenían las dimensiones suficientes y corría el riesgo de derrumbarse.<sup>93</sup> Ante lo cual De la Hidalga sostenía que el asentamiento estaba en razón directa del peso y que entre más débil fuera un terreno más ligeros tendrían que ser los edificios que se construyeran sobre él, pues mientras más pesados, mayor sería 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 crujías en las distintas alturas de un modo sólido». <sup>94</sup>

Bajo esta lógica, en el Teatro Nacional, De la Hidalga enlazó la estructura del techo y las paredes mediante tirantes de madera y fierro a diferencia de las construcciones tradicionales con uniones bastante débiles. <sup>95</sup>

Al no contar con métodos que permitieran calcular los esfuerzos a los que estarían sometidos los elementos, así como la resistencia de éstos, 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, y que obtuvo la relación entre la altura y el ancho de un edificio con el grosor de sus muros, proporción que se podía obtener gráficamente. Este método sería retomado por De la Hidalga para defender la estabilidad de su Teatro. <sup>96</sup>

En la importante cuestión de las cimentaciones, aun cuando continuaban los sistemas tradicionales de mampostería, así como de pilotes y emparrillados de madera, se empezarían a introducir otros nuevos. También en este caso Lorenzo de la Hidalga tendría una participación destacada, pues aprovechó la construcción de su primera obra grande en México, la del nuevo Parián, para probar qué cimientos eran más adecuados para el terreno del centro de la ciudad. Aunque 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. Con el tiempo comprobaría el mayor hundimiento del lado del emparrillado por lo que propondría la utilización de plantillas de arena como el sistema conveniente para lugares donde el terreno fuera «débil y fangoso» como el de la Ciudad de México. <sup>97</sup>

En vista de este resultado, poco después De la Hidalga al construir el Teatro Nacional lo cimentaría sobre varias capas sucesivas de arena <sup>98</sup> que le dieron una gran estabilidad durante los cerca de sesenta años que se conservó, <sup>99</sup> a pesar de lo cual este sistema de cimentación prácticamente no sería 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 era una variación del de mezcla terciada y el cual consistía en un conglomerado de mezcla hidráulica de cal, barro o tierra del mismo lugar y pedacería de ladrillo apisonada en capas, resultando más económico que la mampostería <sup>100</sup> y, por su sencillez, más conveniente, <sup>101</sup> por lo que sería retomado frecuentemente por los constructores. <sup>102</sup>

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. <sup>103</sup> Serían 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.

De manera general, al no contar con métodos de cálculo, Lorenzo de la Hidalga recurría a ensayar diversos métodos para ver cuál resultaba ser el más conveniente, como procedió para encontrar las cimentaciones adecuadas para los edificios de la Ciudad de México, también 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. <sup>104</sup> 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 sería retomado, mientras que el segundo, con algunas leves variaciones, sería muy recurrido posteriormente, sobre todo por su economía y rapidez. <sup>105</sup>

Por otra parte, con respecto al alumbrado público también se realizaron algunas mejoras. Como ya se mencionó, la ciudad era iluminada mediante lámparas de aceite, las cuales para el año 1835 llegaban a 1512. A fines de 1848, se propuso el empleo de otro combustible llamado «gas o líquido de trementina», elaborado a partir de brea, por lo que se firmó un contrato para su introducción con los señores Green, Baggally y Arbeu. Para fines del siguiente

año, ya se contaba con 450 lámparas de trementina en la plaza principal y en las calles más céntricas, las cuales desplazaron a otras tantas de aceite que fueron colocadas en los contornos de la ciudad. En 1853, la Capital contaba con 1635 faroles, 475 de trementina y 1160 de aceite.<sup>106</sup>

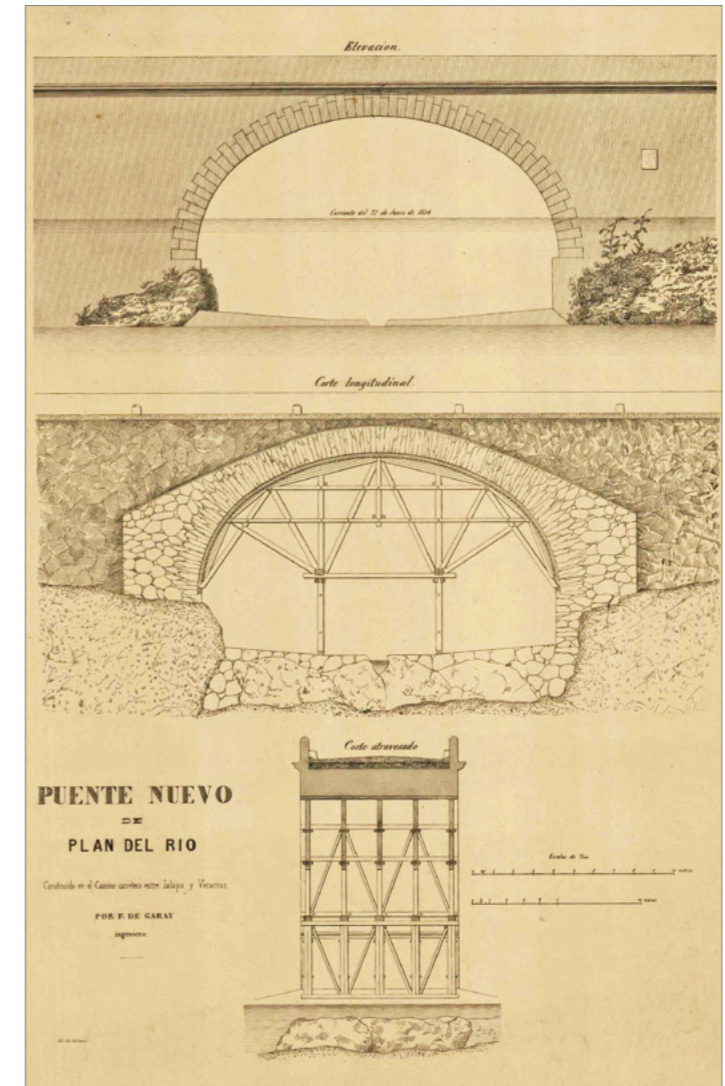
Después de algunos intentos y ensayos, en 1868 el Ayuntamiento, asesorado por la Secretaría de Fomento, firmó un contrato con el Sr. Knight para el alumbrado de gas. Se construyó una «fábrica de gas» por los rumbos de San Lázaro, por lo que para el siguiente año el alumbrado por gas fue sustituyendo en el centro de la ciudad a las luces de trementina que anteriormente habían desalojado a las de aceite. Para fines de ese año, ya se contaba con 813 luces de gas en las principales calles, posteriormente, en 1872 fue inaugurado el alumbrado de gas en la Alameda.<sup>107</sup> En la colonia de los Arquitectos, que fue iluminada en un principio con candilejas de aceite, para 1870 se sustituyó la mayoría de éstas por lámparas de gas.<sup>108</sup>

### Introducción de estructuras metálicas

De la mano de la renovación de la teoría y técnica constructiva se empezarían a introducir, aunque en un principio lentamente, algunos materiales nuevos buscando sustituir diversos elementos de madera en los edificios por otros materiales, más durables y menos combustibles. De esta forma, se comenzó con elementos ornamentales cambiando barandales y rejas realizadas principalmente en madera por otros de hierro.<sup>109</sup> Esta práctica lentamente se fue generalizando a elementos estructurales, pero sería primero en la construcción de puentes antes que en edificios, donde los metales serían utilizados de esta forma.

Desde la década de 1850 se presentaron proyectos de puentes con estructura metálica. El primero fue del ingeniero civil Francisco de Garay para la reposición del Puente de Plan del Río en el camino a Veracruz en 1853, pero posteriormente se decide realizar el mismo de mampostería con gran satisfacción del gobierno por la reducción de su costo.<sup>110</sup> Al no aceptarse la propuesta original de Garay, el primer puente de hierro del país, aunque pequeño, sería realizado un poco después (1854-1855) por otro ingeniero civil, Juan Manuel Bustillo, en

la Calzada de la Piedad en la Ciudad de México, y a su autor, como a Garay, también se le elogió por su economía.<sup>111</sup> Si bien se ha dicho que en un principio los puentes de hierro 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.<sup>112</sup>



Puente de Plan del Río, por el ingeniero Francisco de Garay  
© 1652-OYB-7261-A  
SAGARPA. SIAP. MMOB

De la introducción de estructuras metálicas en edificios, el primer dato de que se tiene registro es del teatro Llave en Orizaba cuya cubierta de madera fue sustituida por otra de lámina y armazón de fierro en 1865, y para 1870, las columnas del mercado Guerrero serán de fierro fundido. En un principio, lo más general, fueron construcciones con estructura metálica sencillas, principalmente quioscos, al mismo tiempo, junto con la introducción de estas estructuras también se desarrollaría un mayor uso del vidrio. Aun cuando el mismo era utilizado en iglesias a lo largo del siglo XIX, rara vez lo era en la arquitectura civil, donde normalmente las ventanas eran cerradas por hojas de madera que se abrían durante el día. Pero gradualmente se iría generalizando el uso del vidrio no sólo en ventanas, sino formando parte integral de edificios realizados mediante estructuras de fierro. Esas influencias modernas serían retomadas por la Escuela de Bellas Artes, donde desde el comienzo del último tercio del siglo, se realizarían proyectos utilizando ambos materiales. Poco después, el arquitecto Rodríguez Arangoity haría dos importantes proyectos para exposiciones en los cuales predominarían las estructuras de fierro y los grandes ventanales.<sup>113</sup>

200

También los nuevos materiales poco a poco se iban introduciendo en los sistemas de cimentación, sustituyendo la madera en los emparrillados por rieles de fierro. El primer caso sería el realizado por el maestro de obras alemán J. Müller, en 1872, en la estación del Ferrocarril Central Mexicano de Buenavista, aunque no con muy buenos resultados, pues la estación se empezó a hundir durante su construcción, por lo que tuvo que ser desarmada y vuelta a realizar.<sup>114</sup> Incluso en la pavimentación de la Ciudad de México se presentarían algunas novedades pues, aun cuando la mayoría de las calles y calzadas importantes estaban empedradas, la nueva calzada del Emperador (Reforma) se empezaba a construir con el sistema llamado de Mac-Adam, en el cual se empleaban «fragmentos de piedras rotas artíficamente [de diferentes tamaños], evitando los cantos rodados» para obtener una mayor consistencia.<sup>115</sup> Dicho sistema se comenzaría a introducir posteriormente en otras calzadas importantes.<sup>116</sup>

Junto con la renovación técnica y la introducción de nuevos materiales, desde esta época se comenzaría 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 estableció que el Consejo Superior de Caminos y Puentes estaría 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».<sup>117</sup> Sin embargo, en los laboratorios no se contaba con los aparatos necesarios para obtener la resistencia mecánica de los materiales, por lo que se realizarían únicamente análisis fisicoquímicos, los cuales representaban el primer intento por clasificar los diversos materiales constructivos del país. Destacaría 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.<sup>118</sup>

201



Estación Buenavista © 33130 CONACULTA. INAH. SINAFO. FN. Fondo Casasola. México

## AVANCES EN LA INTEGRACIÓN Y RECONOCIMIENTO DEL TERRITORIO NACIONAL

---

### Fomento de los caminos

Al mismo tiempo que comenzaban a manifestarse 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 planteaba el beneficio para el comercio mediante óptimos caminos, pues del Castillo tenía la idea de que en el Consejo de Minería y Obras Públicas se discutiera...

«la posibilidad de abrir vías de comunicación rápidas que den salida á los productos de agricultura, no ya para el extranjero,[sic] (lo cual, sin embargo, es muy posible y se ha hecho en tiempo del gobierno colonial con la azúcar y harina), sino 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.»<sup>119</sup>

Como ya se comentó anteriormente, esta propuesta no se llevó a cabo, pero algunas de sus ideas generales darían pie a reformas posteriores, como la creación del Ministerio de Fomento en 1853, que ligado con el surgimiento de una planeación nacional en las cuestiones de industria y comercio, buscaría 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 pretendía implementar una política de desarrollo caminero. Así, apenas comenzando a organizarse el Ministerio de Fomento se creó, dependiente de este 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 encargadas de algunos caminos a seguir sus lineamientos y desapareciendo las que no funcionaban. De igual forma, el Gobierno iniciaría directamente algunas de las obras más importantes, como los caminos de México a Veracruz, de México a San Blas y de Tehuacán a Puebla, contando para ello con más de veinte ingenieros para dirigir las obras y otros tantos para reconocimiento de los caminos proyectados.<sup>120</sup>

Luis E. Bracamontes ha llamado la atención en la importancia que se le otorgó en esa época a los caminos, lo cual se reflejaría en el *Estatuto Orgánico Provisional de la República Mexicana* de 1856 y en el *Manifiesto del Gobierno de Comonfort*,<sup>121</sup> así como en la expedición del *Reglamento Provisional para la Administración General de Caminos y Peajes* en 1857.<sup>122</sup> Durante ese periodo trabajaban como directores de caminos algunos ingenieros, como Francisco Martínez Chavero<sup>123</sup> y el ingeniero civil Juan Manuel Bustillo.<sup>124</sup> Para 1857, gracias a la reorganización que se estaba dando en la administración de los caminos, 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 que se encontraban ántes de que se estableciera el Ministerio de Fomento.»<sup>125</sup>

Aun cuando su calificación era obviamente exagerada, pues el impacto de las políticas en los caminos no sería tan rápido ni efectivo como se deseaba, y todavía se vería frustrado por los conflictos internos y externos, sí establecía una diferencia notoria con el periodo anterior pues, por primera vez, se empezaba a definir una política de desarrollo carretero.<sup>126</sup>

Durante el Segundo Imperio, junto con la Dirección de Obras Públicas de la capital se creaba la Dirección de Puentes y Calzadas, la cual sería renombrada posteriormente como Dirección General de Caminos y Puentes.<sup>127</sup> Poco después, se formaría un Consejo Superior de Caminos y Puentes compuesto por el director general de Caminos y Puentes,<sup>128</sup> tres ingenieros civiles, el jefe de la Sección Científica del Ministerio de Fomento, el jefe de la Sección de Ingenieros del mismo Ministerio, y el director de las Aguas del Valle de México



(en ese momento el ingeniero civil Francisco de Garay). Se incorporaría por esa época el ingeniero arquitecto Manuel Francisco Álvarez como director del camino de México a Río Frío.<sup>129</sup>

A pesar de las anteriores reestructuraciones y reglamentaciones en materia de caminos, sería solamente con la paz recobrada con la restauración de la República cuando se pudo emprender realmente la gran obra de la construcción de los caminos nacionales de manera, hasta cierto punto, satisfactoria. De esta forma, si en 1865 sólo seis carreteras podían denominarse como «troncales» o «principales», al instalarse el Gobierno de Juárez en 1867 se ordenó, además de la reparación de las ya existentes, 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. Estos trabajos se continuarían a lo largo del Gobierno de Lerdo de Tejada.<sup>130</sup>

Para la década de 1870, se tenían 8 700 kilómetros de caminos federales, de los cuales 4 226 eran para carros y 4 474 de herradura, aun cuando incluso los principales caminos no eran uniformes ya que presentaban tramos intran-  
204 lluvias. A pesar de los avances, Riguzzi planteaba que la mayoría de la inversión en caminos se aplicó más en gastos nominales y a seguridad de los caminos que a su mejoramiento,<sup>131</sup> por lo que sus condiciones no eran las óptimas. Muchas veces los caminos eran rápidamente dañados por el tránsito de carros o carretas, lo cual no permitía su utilización de manera generalizada, situación que contrastaba con la de los Estados Unidos donde el uso de estos medios de transporte era muy difundido.<sup>132</sup>

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, se puede observar en estas labores a 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 publicaría el *Reglamento de Ingenieros de Caminos* que establecía que sólo podrían ser directores de caminos los ingenieros titulados, quienes serían nombrados por el Gobierno por medio de la Secretaría de Fomento.<sup>133</sup> Para este momento ya

habían egresado un número importante de ingenieros arquitectos, los cuales laborarían principalmente en la construcción de caminos.<sup>134</sup> En 1868 Francisco Martínez Chavero,<sup>135</sup> designado jefe de la Sección de Caminos en el Ministerio de Fomento, introdujo a varios egresados de la Academia de San Carlos como encargados de los caminos, así como de las comisiones científicas para abrir nuevos.<sup>136</sup> 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,<sup>137</sup> comenzando a ser desplazados los ingenieros militares.

### Primera línea ferroviaria

Aun 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; sin embargo, dicho proyecto  
205 nunca se intentó,<sup>138</sup> si bien representaba una opción ante la mala situación de los caminos que eran dañados rápidamente con el tráfico de carretas.<sup>139</sup> Después de muchas vicisitudes, en 1850 se logró inaugurar el primer tramo del proyecto para máquinas de vapor, aunque sumamente modesto, pues sólo comunicaba Veracruz a El Molino a tan sólo 13.6 kilómetros.<sup>140</sup> Debido a los malos manejos en la concesión, el Gobierno se hizo cargo de la construcción en 1852; al surgir el Ministerio de Fomento, la construcción sería asumida por esta dependencia, bajo la dirección del ingeniero Santiago Méndez, quien adelantaría 12.5 kilómetros para 1855.<sup>141</sup>

Durante esta época, a pesar del gran número de concesiones otorgadas, la mayoría no lograba resultados prácticos, lo que continuaría aún con la creación del Ministerio de Fomento, el cual daría 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 otorgarían otras siete, siendo casi igual el número de las

concedidas a extranjeros y a mexicanos, obteniendo los nacionales una más;<sup>142</sup> sin embargo, en 1857 el ministro Siliceo informaba que de todas éstas, solamente cuatro continuaban con posibilidades de concretarse. Por otra parte, los altos costos y el entorno conflictivo no alentaban la inversión, además, 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 algunos casos una ganancia del 6% anual.<sup>143</sup>

Aunque no se tenía la capacidad financiera ni técnica para realizar las rutas más importantes, se comenzaron a abrir otras más cortas. La primera fue la de la Ciudad de México a la Villa de Guadalupe,<sup>144</sup> concesionada a Antonio Escandón<sup>145</sup> e inaugurada en 1857, mismo año en que se abrió también la línea a Tacubaya (en la cual también había invertido Escandón), siendo ambas de tracción animal, sistema que aunque no sería utilizado en largos trayectos si sería muy recurrido en ferrocarriles urbanos.<sup>146</sup> En febrero de 1866, se inauguró el trayecto de Tacubaya a Mixcoac en el camino de fierro de México a Chalco,<sup>147</sup> y para 1870 se autorizaba 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,<sup>148</sup> la cual abre su servicio a Azcapotzalco en 1872. Al año siguiente, la compañía del Ferrocarril de Tacubaya se une con la de Tlalpan y Chalco para conformar la Compañía de Ferrocarriles del D.F. Si bien se intentó en un principio que estos tranvías fueran de vapor, las locomotoras no eran muy convenientes en las ciudades por lo que el uso de «tracción de sangre» tendió a prevalecer en estos espacios y para localidades cercanas dejando las máquinas de vapor para los trayectos largos que requerían una mayor capacidad de carga.<sup>149</sup>

Dentro de las concesiones otorgadas por Comonfort en 1856 destacaría 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,<sup>150</sup> optando por la vía de Orizaba en lugar de la ruta por Xalapa.<sup>151</sup> En 1861, con Juárez como presidente provisional, se modificó la concesión para hacerla aún más conveniente a los empresarios. Durante el Segundo Imperio, la concesión fue vendida a la Compañía Imperial Mexicana con sede en Londres, pero cuyo principal accionista era Antonio Escandón.<sup>152</sup> 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 por lo que reconoció muchos de los privilegios de la empresa. Ante lo cual en el Congreso surgió la discusión de cómo debería ser el proceso de la introducción de ferrocarriles y las condiciones de las concesiones, pero ante la falta de acuerdos<sup>153</sup> los trabajos continuaron como venían siendo realizados por la firma inglesa.<sup>154</sup>



La colegiata de Guadalupe, 1859

Sería hasta 1873 cuando esta importante vía se concluya por lo que sería inaugurada por el entonces presidente Lerdo de Tejada al viajar de la Ciudad de México a Veracruz. El reconocimiento del ferrocarril fue realizado por una comisión compuesta por el 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, los ingenieros Buchanan y Foot dirigieron las obras y como ingeniero constructor figuró Thomas Branniff.<sup>155</sup> Aun cuando las obras estuvieron a

cargo de ingenieros ingleses y norteamericanos, también colaboraron ingenieros mexicanos, como José Bezares, el ingeniero topógrafo Francisco Bulnes y el recién egresado de ingeniería civil Francisco González de Cosío,<sup>156</sup> estos dos últimos formados en la Escuela de Ingenieros, así como los ingenieros arquitectos Manuel Couto,<sup>157</sup> Manuel Francisco Álvarez y Antonio Anza.<sup>158</sup> Al parecer, los ingenieros extranjeros se apoyaban en los mexicanos, así, se sabe que Manuel Couto colaboraba con el ingeniero Foot, y el alumno del colegio de Minería, Eduardo Melgar, trabajaba con el ingeniero Wimmer.<sup>159</sup>



Inauguración de la estación de Puebla en 1869, de Casimiro Castro

El logro de dicha conexión abriría el camino para nuevas rutas con lo cual se empezaban a dar los primeros pasos para la creación de una red ferroviaria nacional. En 1873, se subvencionaba la construcción del ferrocarril que pretendía enlazar el de México a Veracruz con Pachuca, así como se autorizaba la construcción del ferrocarril y telégrafo de Puebla a Izúcar de Matamoros.<sup>160</sup> Un poco después, en 1875, se autorizaba el ferrocarril de Guaymas hasta la frontera norte de Sonora, así como el enlace entre el trayecto de la Zamorana a Medellín con Veracruz,<sup>161</sup> que sería dirigido por el ingeniero Santiago

Méndez.<sup>162</sup> 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 había 55 puentes de fierro, 93 puentes de madera, 10 viaductos y 358 alcantarillas.<sup>163</sup> Sin embargo, no se ha encontrado quiénes fueron los encargados de cada obra, aunque sería probable que colaboraran mexicanos que ya estaban realizando otros puentes, incluso de fierro.

Hasta antes de la conclusión del ferrocarril México-Veracruz, en 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.<sup>164</sup> 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 kilómetro,<sup>165</sup> 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.<sup>166</sup> En 1876, la red ferroviaria contaba únicamente con 666 kilómetros, correspondiendo 424 al Ferrocarril Mexicano de la capital a Veracruz y los demás para comunicar esta ruta con líneas locales de tracción animal;<sup>167</sup> al siguiente año, se aumentó a 700 kilómetros, si bien la etapa de mayor tendido de vías estaba aún por comenzar.<sup>168</sup>

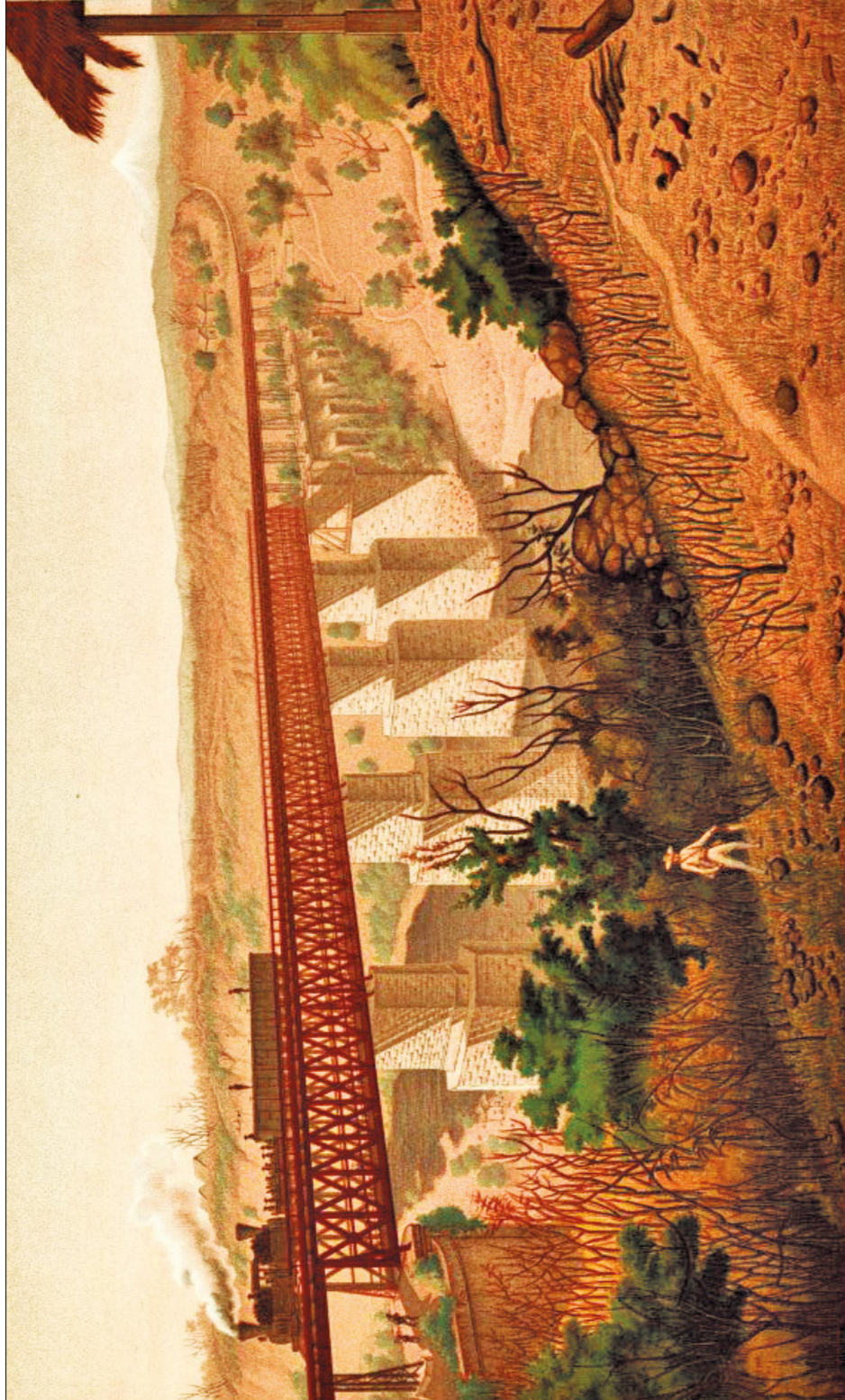
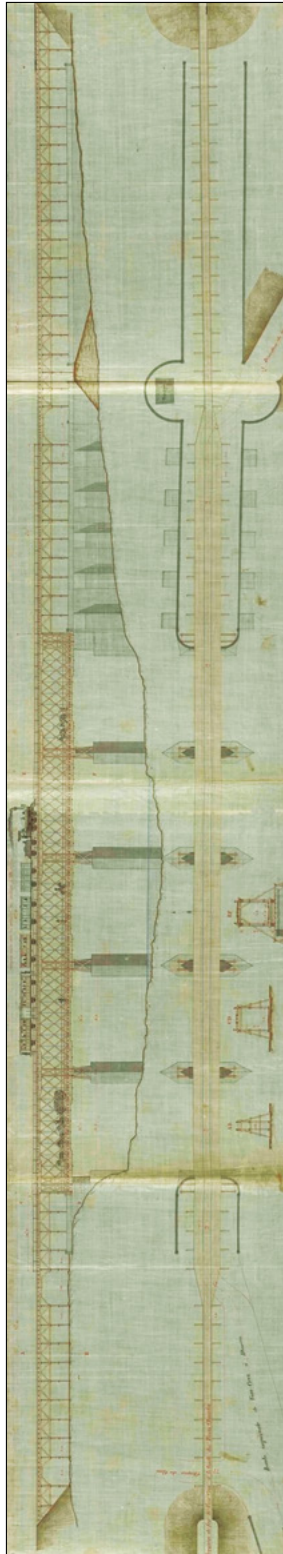
De manera general, se podría afirmar que en este periodo, a pesar de que muchos de los ingenieros empleados eran extranjeros, sobre todo en los puestos de dirección, el gran número de ingenieros requeridos permitía que también algunos mexicanos laboraran en las obras. Incluso durante el Imperio, el Ministerio 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, en total, en 1865 trabajaban 77 ingenieros en las diferentes líneas.<sup>169</sup> Aun 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, donde laboraba un buen número de ingenieros arquitectos (aunque no tantos como en caminos).<sup>170</sup> Destacaría también el ingeniero arquitecto Mariano Téllez Pizarro, quien fue el primer mexicano que construyó un ferrocarril, el de Tehuacán a la Esperanza, con fondos del Gobierno para conocer su costo real.<sup>171</sup>



Orizaba desde el Puente de Paso del Toro y Huamantla desde el Puente de San Lucas. Imágenes del *Álbum del Ferrocarril Mexicano*. Colección de vista pintadas del natural por Casimiro Castro, 1877



Puente Atoyac y Puente de Metlac. Imágenes del *Álbum del Ferrocarril Mexicano*. Colección de vista pintadas del natural por Casimiro Castro, 1877



Por otra parte, también se han encontrado registros sobre algunos de los alumnos de la Escuela de Ingeniería que realizarían sus prácticas en el ferrocarril, como había dispuesto Juárez en 1867. Algunos de los cuales las habrían realizado en el ferrocarril de Veracruz estando a punto de graduarse en 1872.<sup>172</sup> Mientras que, a principios de 1874, varios alumnos habían salido a estudiar los ferrocarriles del país y, posteriormente, tres de ellos irían a practicar en los ferrocarriles norteamericanos.<sup>173</sup> Incluso, desde 1865, habrían realizado una memoria del ferrocarril de México a Chalco los alumnos de San Carlos Ignacio Dosamantes y Ricardo Orozco.<sup>174</sup>

### Realización de una cartografía nacional

A pesar de que continuaban los conflictos políticos y armados, para mediados de siglo, a los trabajos de cartografía y estadística se les comenzaría a dar un enfoque más civil al ser transformada en 1850 la Comisión de Estadística Militar en Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, en la que se incorporarían un mayor número de profesionales civiles. Esta situación se ratificaría en 1853 al surgir el Ministerio de Fomento, pues la Sociedad pasaría a depender de esta secretaría,<sup>175</sup> y aun cuando seguirían laborando en ésta varios ingenieros militares, poco a poco irían 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 de Geografía y Estadística pudo concluir la primera carta general del país comenzada por la Comisión de Estadística Militar, la cual, a pesar de los múltiples esfuerzos, no llegaría a ser publicada.<sup>176</sup>

La Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, como parte del Ministerio de Fomento, adquirió una relativa estabilidad económica y pudo gestionar la recopilación de diversos materiales que se encontraban dispersos en el país,

← Puente de Soledad de Doblado (mejor conocido como de Tablas) sobre el río Jamapa. Proyectado por el Ing. Andrés Falcott, 1863 (Plano). © AGN. Fondo Gráfico. 03734-1F. Pintura del mismo puente por Casimiro Castro, 1877

lo cual permitiría la realización de trabajos más ambiciosos. Así, Antonio García Cubas<sup>177</sup> aprovechó 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, el cual sería publicado en 1856.<sup>178</sup> 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 sería utilizada nuevamente por García Cubas para formar su *Carta General de la República Mexicana* aparecida en 1863.<sup>179</sup>

Se puede apreciar la importancia de estos trabajos geográficos y cartográficos si se comparan con los trabajos aislados con los que se contaba anteriormente. No sólo representan los primeros intentos por recopilar la diversa información disponible, sino que se comenzó a introducir una metodología y especificaciones comunes en los diversos levantamientos, tratando de mejorar su precisión y que posteriormente fuera posible su integración en trabajos más generales.<sup>180</sup>

214

Con el paso a la segunda mitad del siglo, los levantamientos se multiplicaron. En 1856, en el centro del país se formó la Comisión del Valle de México, que buscaba dar cuenta de los diversos aspectos del mismo con varias comisiones especiales en las que destacaba la cuestión del desagüe.<sup>181</sup> Un fruto de esta comisión fue el *Plano Topográfico del Distrito de México* (o sea, de la capital) de 1857, dirigido por el ingeniero geógrafo Francisco Díaz Covarrubias,<sup>182</sup> así como varios trabajos para la triangulación del Valle de México.<sup>183</sup>

Por su parte, el Ministerio de Fomento encargó 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,<sup>184</sup> así como a Francisco Díaz Covarrubias la Carta hidrográfica del Valle, publicada en 1862.<sup>185</sup> Poco después, con la intervención francesa, al ser nombrado ministro de Fomento, Ilarregui buscaría 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.<sup>186</sup>

Carta General de la República Mexicana de 1862 →  
© SAGARPA. SIAP. MMOB 1020-OYB-7216



Durante el Segundo Imperio también se trabajó en el levantamiento de los planos de las calles principales de la ciudad y en el cual debían cooperar los alumnos de San Carlos.<sup>187</sup>

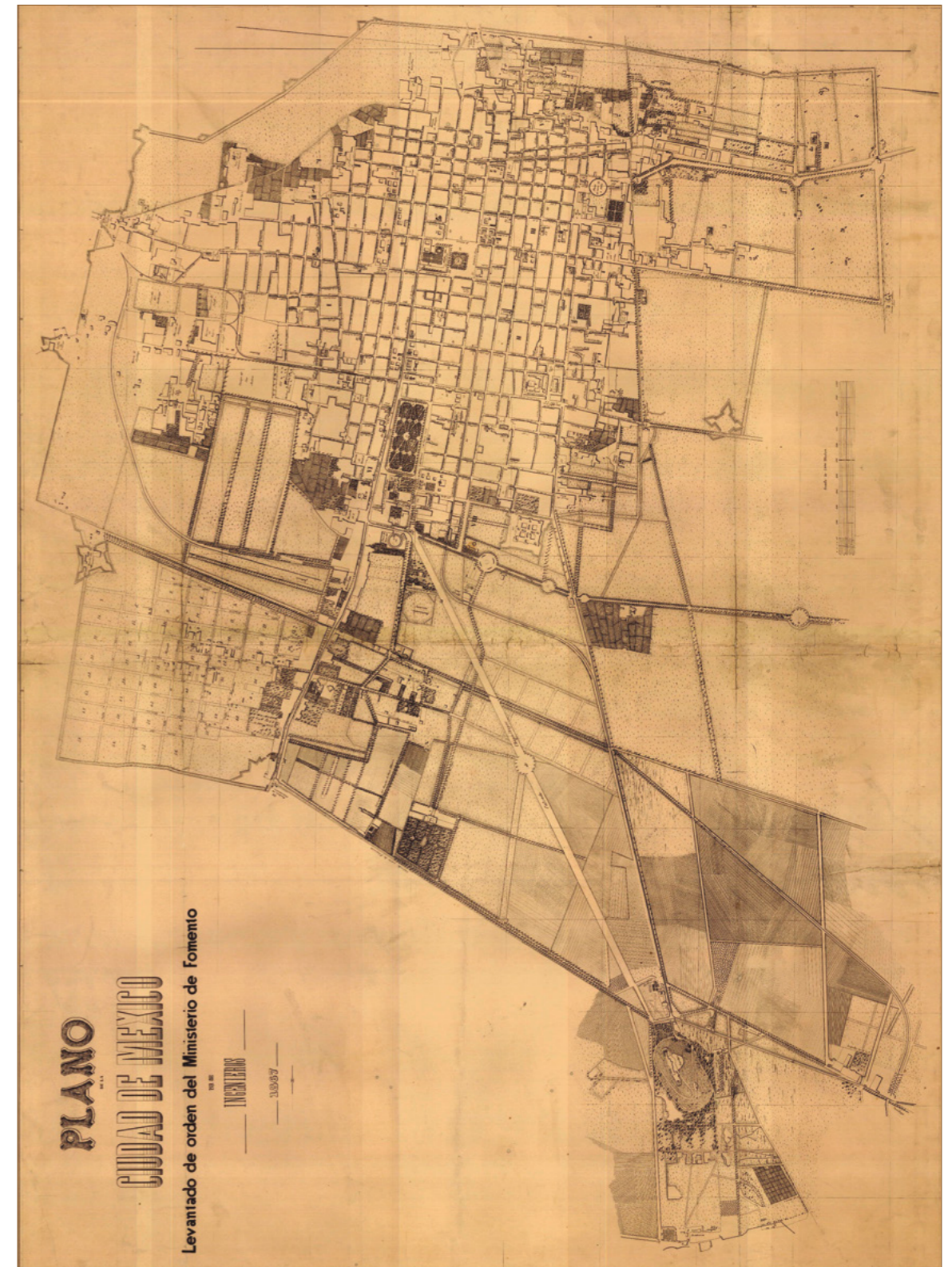
En 1859, Díaz Covarrubias realizaba la determinación más precisa que se había obtenido hasta ese momento de la posición geográfica de la Ciudad de México,<sup>188</sup> mientras que en 1866 el ingeniero militar y geógrafo Francisco Jiménez efectuaría la primera determinación de la longitud por medio del telégrafo entre la capital y Cuernavaca.<sup>189</sup> Para fines de 1864, Antonio del Castillo proponía 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, el cual daría su autorización a principios de 1865.<sup>190</sup> Por esa época, el Ministerio de Fomento encargaba al ingeniero topógrafo Manuel Orozco y Berra el levantamiento del *Plano de la Ciudad de México*, el cual sería publicado en 1867.<sup>191</sup>

Como se puede apreciar, a pesar de que seguían laborando en estos trabajos diversos ingenieros militares, éstos irían 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 en su mayoría topógrafos o agrimensores o incluso ingenieros de minas.<sup>192</sup> Tampoco encontramos aquí a los ingenieros civiles formados en el extranjero más que al ministro de Fomento, Francisco Somera, quien autorizaría la continuación de los trabajos para la determinación de la longitud de Cuernavaca por medio del telégrafo.

216

Plano de la Ciudad de México 1867. Levantado por los ingenieros del Ministerio → de Fomento. Nótese el crecimiento de la ciudad hacia el poniente

© SAGARPA. SIAP. MMOB 681-OYB-725-A



### 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 tal motivo, al surgir el Ministerio de Fomento, una de las funciones de las que debería encargarse era la de buscar hacer efectiva la colonización en el país tan deseada tanto por los gobiernos liberales como conservadores, comenzando por hacer una revisión de los títulos expedidos por los gobiernos estatales aunque con muy pocos resultados efectivos.<sup>193</sup> 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. Para ello, Santa Anna nombró al español Rafael Rafael como agente general de colonización y le entregó 50 000 pesos, que éste se adjudicó sin realizar labor alguna.<sup>194</sup>

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 buscaría contratar personas aptas para su delimitación. No obstante, 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 serían las principales beneficiadas, ya que los contratos les otorgaban una tercera parte de los terrenos baldíos deslindados.<sup>195</sup>

En 1856, se decretaba la famosa ley «Lerdo»,<sup>196</sup> la cual se había expedido en el anhelo de dinamizar las propiedades que no eran aprovechadas adecuadamente y de tratar de romper con las estructuras corporativas, con el propósito de dar 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, lo cual sirvió 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 e incluso de los pequeños propietarios.<sup>197</sup>

De esta forma, se multiplicaron las compañías deslindadoras y colonizadoras que llevarían a cabo los deslindes de los terrenos baldíos del Istmo de Tehuantepec, Sonora, Sinaloa, Baja California, Chihuahua e Isla del Carmen, donde participarían en algunos casos compañías extranjeras, como la de Jeker Torre, así como importantes empresarios nacionales, como Manuel y Fernando Escandón, otorgándosele a 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.<sup>198</sup> Anteriormente, el Gobierno mandaría establecer diversas colonias entre Veracruz y Xalapa así como en Progreso en Yucatán, las cuales tuvieron pobres resultados, quedando pendiente otros proyectos debido a la Guerra de los Tres Años.<sup>199</sup> Nuevamente, en 1861 se establecían facilidades para la colonización extranjera, como la liberación del pago de contribuciones por cinco años, de derechos de importación de lo que se requiriera para los asentamientos y otorgando facilidades para la división de fincas «rústicas» y urbanas.<sup>200</sup>

Aun cuando, durante la guerra contra los conservadores y en el Segundo Imperio, los liberales tenían la necesidad de los ingresos provenientes de la venta de las tierras de la Iglesia para financiarse, 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 acaparados por terratenientes se conservaron esperando la oleada de inmigrantes extranjeros que nunca llegó.<sup>201</sup>

### REINICIO DE LAS OBRAS HIDRÁULICAS

#### Primeros pasos en la realización del desagüe del Valle de México

Al término de la invasión norteamericana, el Gobierno comisionó a Lorenzo de la Hidalga y al ingeniero civil Francisco de Garay (recién llegado de Europa) para que realizaran un informe y una propuesta para evitar las inundaciones



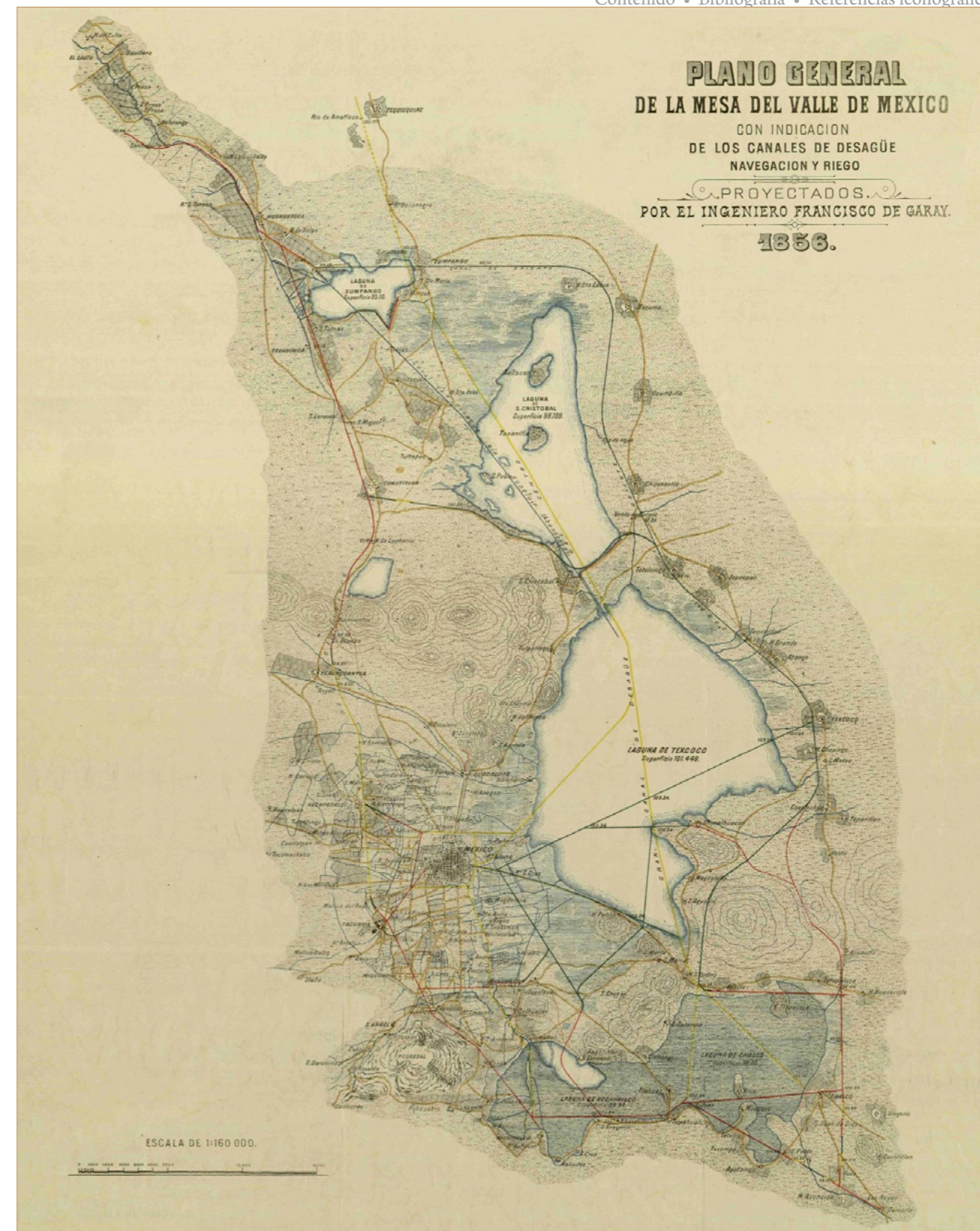
de la Ciudad de México, quienes analizando el proyecto recién formulado por Smith, proponen un nuevo canal para sacar las aguas de los lagos de Xochimilco y Chalco por Santa Marta. A la vez, también plantean diferentes ideas para mejorar el drenaje y la sanidad de la ciudad, así como el control del nivel del agua para su aprovechamiento en la navegación y la agricultura.<sup>202</sup> Con este trabajo conjunto del arquitecto extranjero reconocido y del primer ingeniero civil nacional comienza la incipiente cooperación entre la tradición arquitectónica consolidada y la nueva ingeniería civil para ofrecer soluciones prácticas a los problemas de la ciudad si bien la realización de los trabajos continuó con lentitud.

Aun 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 ciudad Manuel Gargollo y Parra. Sería hasta el Gobierno de Comonfort que, motivado en parte por las fuertes precipitaciones e inundaciones parciales de 1855, se empezaron a tomar medidas importantes, como la creación a principios de 1856 de una junta de treinta notables para atender la cuestión.<sup>203</sup> Esta junta dividiría las obras secundarias para defender a la ciudad de una inundación en tres secciones y encomendaría cada una a un ingeniero civil de los pocos con los que se contaba formados en el extranjero: al frente de la sección del sur estaría Francisco de Garay, de la central, Francisco Somera, y de la del norte, Juan Manuel Bustillo.<sup>204</sup> Al quedar Garay al frente de la sección sur seguramente pudo impulsar, entre otros trabajos, el canal que había propuesto junto con De la Hidalga por lo que para 1862 ya se representa el mismo con el nombre de Canal de Garay.<sup>205</sup>

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 realizar en el Valle de México<sup>206</sup> con un premio de 12 000 pesos. Se presentaron siete proyectos<sup>207</sup> de los que fue seleccionado de manera unánime el realizado por Francisco de Garay, que cumplía con todos los requerimientos estipulados en la convocatoria.<sup>208</sup>

Proyecto de canales de desagüe, navegación y riego, de Francisco de Garay, 1856 →  
© AGN. F. Bulnes. Caja 24

220



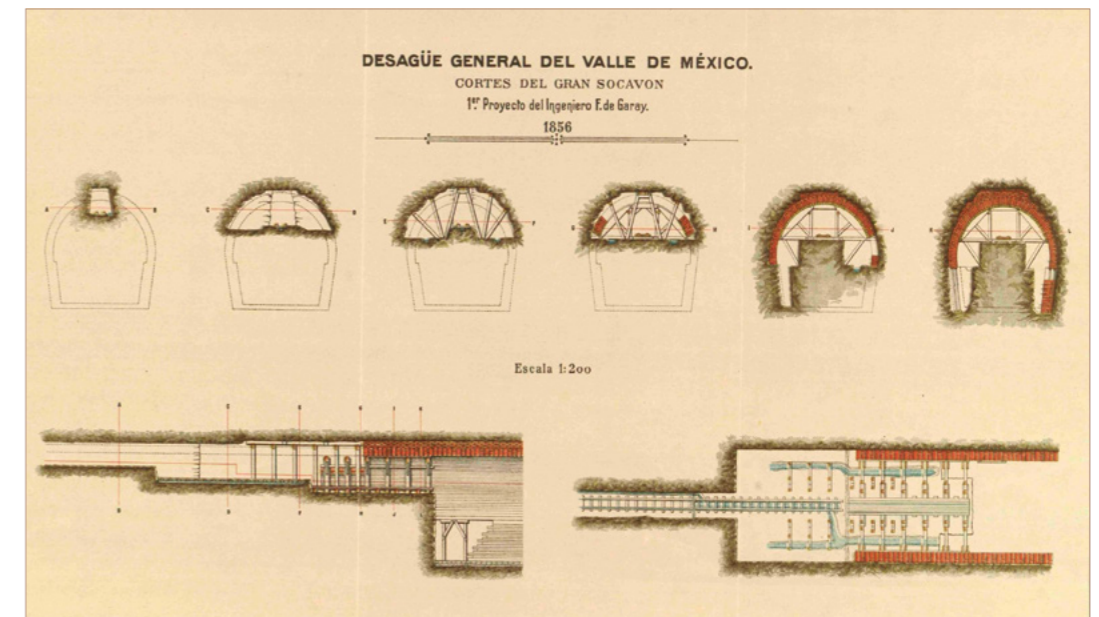
El proyecto de Garay consistía, entre otras cosas, de un canal trapezoidal de poco más de 50 kilómetros de la garita de San Lázaro al norte, el cual recogería las aguas de los ríos que a él llegaran, seguido de un túnel de casi 9 kilómetros, que llegaba a la barranca de Ametlac, uniéndose las aguas adelante al río de Tequixquiac. También se proponían tres canales secundarios: el del sur, de Chalco y Xochimilco a la ciudad; el de oriente, que comunicaría el lago de Chalco con el de Zumpango; y el de occidente, que enlazaría el lago de Xochimilco con el tajo de Nochistongo, este último podría conectarse con el sistema de desagüe interno de la ciudad y desembocar en el colector de San Lázaro, desazolvando 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.<sup>209</sup>

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 Cuautitlán, siendo alto el riesgo de otra gran inundación, por lo que se convocó nuevamente a un concurso en el cual sería seleccionado una vez más el proyecto de Garay.<sup>210</sup> Al no querer el Gobierno adquirir la responsabilidad respecto de la probable inundación, Garay sería nombrado director de todos los trabajos relacionados con el desagüe en el Valle y encargado de proteger la ciudad de una inundación. Aceptó dicho cargo, pero sin considerarse funcionario del Imperio,<sup>211</sup> y llevó a cabo acciones que salvaron, al parecer, a la ciudad de una mayor inundación ese año.<sup>212</sup>

No obstante su nombramiento, Garay sólo 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. Se nombró al ingeniero Miguel Iglesias para realizar los estudios y modificaciones a dicho proyecto con la ayuda del ingeniero topógrafo Aurelio

Almazán, 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, donde proponía cambiar la ruta del túnel para desembocar en la barranca de Acatlán en vez de la de Ametlac, y a pesar de que ni siquiera se tenía un proyecto totalmente terminado, partió inmediatamente a Europa para conseguir la maquinaria necesaria,<sup>213</sup> lo que llevaría a que el Gobierno intervencionista dudara de la conveniencia del proyecto, aun cuando se continuó con el de Iglesias.<sup>214</sup>

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.<sup>215</sup> Dicho dique se extendía hacia el poniente hasta los pies de Chapultepec en la zona donde se esperaban los mayores crecimientos inmobiliarios.



Cortes del túnel de Zumpango y Tequixquiac. Proyecto de Francisco de Garay, 1856



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.<sup>222</sup>

Los desacuerdos acerca del proyecto conveniente y la limitación de los recursos paralizarían nuevamente las obras durante el resto de la República Restaurada.<sup>223</sup> En 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 significativa en la obra principal del desagüe, pero se realizaron diversos proyectos integrales, entre los que resalta 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 se había podido avanzar de manera importante en el desagüe del Valle ni tampoco en el saneamiento de la ciudad. 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 las aguas negras se estancaban y cuando las lograban sacar las conducían al lago de Texcoco, donde al no tener otra salida se acumulaban, pues sólo eran eliminadas por evaporación, lo cual provocaba mal olor e insalubridad en la parte oriente de la ciudad.<sup>224</sup> A pesar de las propuestas del drenaje interno de la ciudad, dichas obras así como el desagüe general del Valle no lograrían avanzar de manera significativa en este periodo.

El sistema de abastecimiento de agua era insuficiente y de mala calidad, la mayor parte se cubría con fuentes superficiales, siendo las principales, la de Chapultepec, llamada agua gorda, la del Desierto de los Leones y Santa Fe de agua delgada, junto con la del río Hondo, y a la cuales se unían diversos manantiales. Para mediados de siglo, Sebastián Pane y Aquiles Molteni propusieron al Ayuntamiento la perforación de pozos artesianos, de los cuales abrieron 24 para 1854, y para 1857 ya se contaba con 144, de éstos, 24 eran para riego y 120

para el abastecimiento de casas particulares.<sup>225</sup> En 1852, comenzaría el entubamiento de agua mediante tubería subterránea de plomo que sustituiría algunos arcos del acueducto de la Tlaxpana, pero los altos costos y las múltiples dificultades para importar la tubería de Inglaterra retrasarían su funcionamiento hasta bien entrado el Porfiriato.<sup>226</sup> Posteriormente, en 1865, Francisco Somera lograría que el Gobierno imperial aprobara el presupuesto para introducir agua en la colonia de los Arquitectos, la cual se abastecería desde el acueducto de San Cosme mediante tubería de fierro, proyecto que fue realizado por el ingeniero Francisco Garay. Al mismo tiempo, Somera conseguiría que se introdujera una cañería para distribuir el agua desde la cañería principal de la plaza Guardiola hasta la zona al sur de la Alameda en donde el mayor propietario era el mismo Somera.<sup>227</sup> A pesar de estas innovaciones, el servicio general de abastecimiento de agua continuó dejando mucho que desear.

Para esta época, se comenzaron algunas otras obras hidráulicas más o menos importantes a nivel local. En 1852, Lorenzo de la Hidalga realizaría el reforzamiento de la presa de San Renovato, Guanajuato, cuando estuvo a punto de romperse.<sup>228</sup> Por su parte, el ingeniero Santiago Méndez trabajaría en 1856 en la introducción del agua potable en el puerto de Veracruz mediante el río Jamapa.<sup>229</sup> 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 Cuyutlán, Colima.<sup>230</sup> El mismo Cavallari realizó una presa en el rancho Tepetitlán, Hidalgo.<sup>231</sup> Por su parte, el ingeniero Francisco de Garay se encargó del desagüe de la laguna de Lerma,<sup>232</sup> otro ingeniero civil (así como minero), éste del Colegio de Minería, Juan Cecilio Barquera, fue comisionado para estudiar el desagüe de la Vega de Metztitlán en 1866.<sup>233</sup> En 1860, se formó la Compañía del Canal de México a Chalco, cuyos directivos eran algunos de los empresarios más importantes del periodo.<sup>234</sup> El canal para desaguar la laguna de Lerma proyectado por Garay también contemplaba la utilización de sus aguas para navegación aunque nunca pudo llevarse a la práctica exitosamente. Posteriormente, en 1875, se decía que el Ejecutivo estaba por formar una comisión de ingenieros que se encargaría de realizar el proyecto de desagüe y limpieza de la Ciudad de México.<sup>235</sup>

228

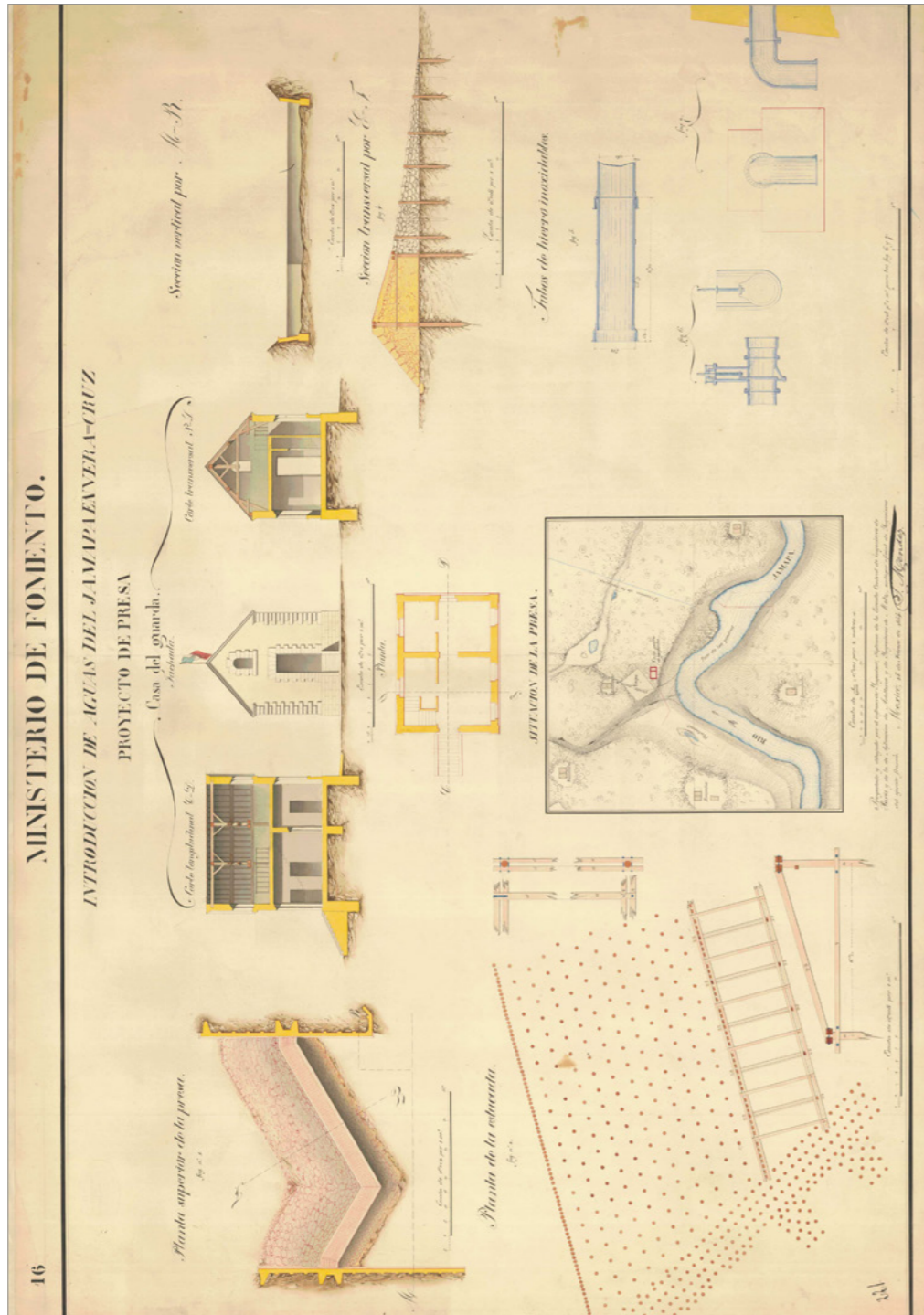


Dique de circunvalación en construcción, septiembre de 1866 sobre un plano de 1857. Se puede apreciar que el dique prácticamente coincide con los límites del plano de 1867 protegiendo de las aguas a los nacientes desarrollos inmobiliarios © SAGARPA. SIAP. MMOB 1292-CGE-725-F

229



Plano general de las obras del desagüe ejecutadas al sur del Valle de México, donde se aprecia el dique de Culhuacán © SAGARPA. SIAP. MMOB 665-OYB-725-A



Proyecto para la introducción de aguas de Jamapa a Veracruz de Santiago Méndez, 1854  
© SAGARPA. SIAP. MMOB 1649-OYB-7261-A

## REFERENCIAS

1. Decreto del 9 de octubre de 1848. AGN. Fomento. Caminos, vol. 21, fs. 26-29.
2. Proyecto presentado por Antonio del Castillo al Congreso General. Cámara de Diputados. *El Siglo Diez y Nueve*, miércoles 26 de marzo de 1851.
3. Comentario de *El Siglo Diez y Nueve* en el que se apoya el proyecto presentado por del Castillo. Domingo 30 de marzo de 1851.
4. *Idem*.
5. Véase capítulo 2 en el apartado «Necesidad y propuestas para la creación de la carrera de Ingeniería Civil».
6. 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.
7. Véase capítulo 4 en el apartado «Ausencia de una política de desarrollo nacional».
8. 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 *tradijo* de alguna manera los proyectos del brillante político». *Op. cit.*, p. 99. Cfr. Connolly, Priscilla, pp. 60-61.
9. El ingeniero geógrafo Francisco Díaz Covarrubias sería designado como oficial mayor y nuevamente Blas Balcárcel como ministro de Fomento, quien ya lo había sido en 1861 poco antes de fundirse dicho ministerio con la Secretaría de Justicia e Instrucción Pública.
10. González de Cosío, Francisco. *Historia de las obras públicas en México*, tomo IV, p. 206.
11. Siliceo, *op. cit.*, p. 5.
12. Connolly, *op. cit.*, pp. 60-61.
13. Rodríguez, *op. cit.*, pp. 43-44.
14. La competencia federal en la urbanización de las ciudades se limita a aquellas más importantes o que tienen los principales puertos.
15. Morales Martínez. «Cambios en la traza de la estructura vial de la Ciudad de México, 1770-1855.» *Op. cit.*, p. 160. 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.
16. Art. 66 del «Estatuto Orgánico Provisional de la República Mexicana». Citado en Connolly, *op. cit.*, p. 61.
  17. *Historia de los caminos de México*, tomo II, pp. 103, 105.
  18. 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.
  19. Lo que se volverá más notorio durante el Porfiriato, pero 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.
  20. Díaz y de Ovando, tomo II, *op. cit.*, pp. 1221-1222.
  21. Aun 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.
  22. Si bien posteriormente el Colegio de Minería pasa a depender algunas veces del Ministerio de Justicia o Instrucción Pública.
  23. Como parte de la comisión que ofrecería la Corona de México a Maximiliano junto con Velázquez de León viajaron, entre otros, Antonio Escandón y José María de Landa, hermano y cuñado de Manuel Escandón, quienes continuarían con sus negocios. Urías, *op. cit.*, p. 30.
  24. Díaz y de Ovando, tomo II, *op. cit.*, pp. 2341 y 2356.
  25. *Diccionario Porrúa*, 1986, pp.1226-1227.
  26. Morales Martínez. «Francisco Somera y el primer fraccionamiento de la Ciudad de México. 1840-1889», en *Ensayos urbanos. La Ciudad de México en el siglo XIX*, p. 262.
  27. Los cuatro arquitectos de mérito de San Carlos: Manuel Gargollo y Parra, Manuel Delgado, Vicente Heredia y Manuel Rincón. Jiménez, *op. cit.*, p. 295.
  28. Tamayo Pérez, *op. cit.*, p. 221.
  29. Colaboraron con Vera los ingenieros arquitectos Eleuterio Méndez y Felipe de J. Briseño. Álvarez, 1906, *op. cit.*, pp. 32 y 122-123.
  30. *Diccionario Porrúa*, 1986, pp. 1225-1226. A la caída del Segundo Imperio, Somera se va a París y regresa cuatro años después en 1870; a su retorno continuará con sus negocios inmobiliarios, pero se apartará de la política. Morales Martínez. «Francisco Somera y el primer fraccionamiento de la Ciudad de México. 1840-1889», *op. cit.*, pp. 262 y 264.

31. González de Cosío, Francisco. *Historia de las obras públicas en México*. Tomo I. SCT. México, 1999, p. 334.
32. Álvarez, 1906, *op. cit.*, pp. 32, 122-123.
33. Ramos Lara, 1996, *op. cit.* p. 63.
34. Aun cuando el ejército en general había perdido el prestigio alcanzado con la Independencia después de la guerra de 1847. Zoraida, *op. cit.*, p. 34.
35. AGN. Fomento y obras públicas D.F. Decretos, circulares y leyes, caja 4, exp. 21.
36. 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 Diez y Nueve* del 17 de abril y 31 de mayo de 1868.
37. González de Cosío, tomo IV, *op. cit.*, p. 274-275.
38. 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 del Ministerio de Instrucción Pública. 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 Ballesca. México, 1919, p. 5.
39. *El Diario del Imperio* del 11 de octubre. Tomo 11, núm. 235. Ramírez, Santiago, *op. cit.*, pp. 441 y 459. Aun cuando por otro lado también se solía defender la libertad de trabajo. *El Monitor Republicano*, 22 de marzo de 1868.
40. Téllez, *op. cit.*, p. 35.
41. Manuel Francisco Álvarez compara el antiguo Teatro Nacional con la Escala de Milán y el Teatro de Burdeos. *Op. cit.*, 1906, pp. 82-90.
42. Téllez, *op. cit.*, p. 35.
43. Ya desde principios de los cuarenta el editor Ignacio Cumplido había presentado un proyecto para una cárcel en el que proponía que se asentara también en el ejido de la Horca.
44. Arciniega, Hugo. «Los palacios de Themis», en *Anales del Instituto de Investigaciones Estéticas*, primavera, año/vol. XXII, número 076. UNAM, México, 2000, pp. 160-161.
45. Morales Martínez. «Cambios en la traza de la estructura vial de la Ciudad de México, 1770-1855». *Op. cit.*, pp. 164-165.
46. Jiménez, *op. cit.*, pp. 7-8.
47. La anulación de la desamortización se refería a los bienes de la Iglesia, pero no a los de las corporaciones civiles, principalmente indígenas.
48. *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*, vol. III, tomo II, p. 129.
49. Téllez, *op. cit.*, pp. 35-36.
50. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 10279. Razo Oliva, Juan Diego. *De cuando San Carlos ganó la Lotería y hasta casa compró e Informa sobre ciegos*, pp. 49-58.

51. Álvarez, Manuel Francisco. *Algunos datos sobre cimentación piso de la Ciudad de México y nivel del lago de Texcoco a través de los siglos*, p. 47.
52. Álvarez, 1906, *op. cit.*, p. 121.
53. Katzman, *op. cit.*, pp. 339 y 344.
54. Valle-Arizpe, Artemio del. *La muy noble y leal Ciudad de México según los relatos de sus cronistas*, pp. 274-275. En el mismo libro también se menciona que fue construido por el ingeniero José Téllez Girón, de quien Katzman dice que era conocido como arquitecto. Katzman, *op. cit.*, p. 379.
55. Ubicado en las actuales calles de Donceles y Allende y que también se incendiaría en 1909.
56. Álvarez, 1906, *op. cit.*, p. 130.
57. Katzman, *op. cit.*, pp. 375-376.
58. *Ibidem*, pp. 17 y 19.
59. Álvarez, 1906, *op. cit.*, p. 89.
60. Véase en este mismo capítulo, en el apartado «Primeras innovaciones en los métodos y técnicas constructivas».
61. Álvarez, 1906, *op. cit.*, p. 120.
62. Morales Martínez. «Cambios en la traza de la estructura vial de la Ciudad de México, 1770-1855», en *Ensayos urbanos. La Ciudad de México en el siglo XIX*, pp. 162-174.
63. En la década de 1860 José Yves Limantour padre denunciaba al menos 40 propiedades del clero en la ciudad a partir de lo cual lograría obtener varios de estos inmuebles, mientras que en Veracruz adquirió otras 50 casas. Jiménez, *op. cit.*, p. 91. Morales Martínez. «La desamortización y su influencia en la estructura de la propiedad. Ciudad de México 1846-1864», en *Ensayos urbanos. La Ciudad de México en el siglo XIX*, p. 111.
64. *Ibidem*, pp. 105-111.
65. Morales Martínez. «Francisco Somera y el primer fraccionamiento de la Ciudad de México. 1840-1889», *op. cit.*, pp. 260 y 262.
66. *Ibidem*, pp. 278 y 281.
67. 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, aun cuando en la práctica no sean destinados para extranjeros. Jiménez, *op. cit.*, p. 9. Morales Martínez. «La desamortización y su influencia en la estructura de la propiedad. Ciudad de México 1846-1864», p. 110. Este uso de «colonia» se reflejará en el *Diccionario de la Lengua castellana* de 1884 por la cual no sólo se entiende un «número más ó menos considerable de personas que va de un país á otro para poblarle y cultivarle, ó para establecerse en él», sino

- también «gente que se establece en un territorio inculto de su mismo país para poblarle y cultivarle», así como el «lugar donde se establece esta gente».
68. Álvarez, 1906, *op. cit.*, p. 122.
69. Katzman, *op. cit.*, pp. 33-34.
70. Campos Salgado sostiene que ya Ignacio Castera había obtenido importantes beneficios a partir de la renovación urbana impulsada en parte con su plan a fines del siglo XVIII. «Historia urbana tipología y arquitectura. El caso de la zona Alameda», *Investigación y Diseño. Anuario de posgrado*, No. 01, México, D.F. UAM-X, CyAD, 2004, p. 52.
71. Decreto de 20 de febrero de 1861 de Juárez.
72. Morales, Francisco Somera y el primer fraccionamiento de la Ciudad de México. 1840-1889", en *Ensayos urbanos. La Ciudad de México en el siglo XIX*, pp. 283, y 289-290. Cantú Chapa, Rubén. Tlatelolco. *La autoadministración en unidades habitacionales. Gestión urbana y planificación*. México, Plaza y Valdés, IPN, ESIA, 2001, p. 47.
73. Jiménez, *op. cit.*, pp. 9-10 y 13.
74. Al poniente de la ciudad pasando la Alameda en el cruce de las actuales calles de Juárez y Bucareli.
75. Álvarez, 1906, *op. cit.*, pp. 117-118 y 122-123. Jiménez, *op. cit.*, p. 12.
76. María Dolores Morales sostiene que los gastos de urbanización en la colonia de los Arquitectos por parte de Somera son nulos, aun 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». Francisco Somera y el primer fraccionamiento de la Ciudad de México. 1840-1889, en *Ensayos urbanos. La Ciudad de México en el siglo XIX*, pp. 286 y 289-290.
77. Como 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.
78. Méndez estuvo asociado con Romualdo Zamora. Morales, «Francisco Somera y el primer fraccionamiento de la Ciudad de México. 1840-1889», en *Ensayos urbanos. La Ciudad de México en el siglo XIX*, pp. 299-302.
79. Aun 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 migrar a las ciudades. Katz, *op. cit.*, p. 167.



80. 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.
81. Reséndiz Rodea, Andrés. «Lo húmedo y lo seco. Fronteras y polarización social en la plástica mexicana del siglo XIX», en *Anales del Instituto de Investigaciones Estéticas*, otoño, año/vol. XXV, número 083. México, UNAM.
82. Aun cuando temporalmente se opta por la remodelación del convento de Belén al surponiente de la ciudad. Cfr. Arciniega, Hugo. «Los palacios de Themis», en *Anales del Instituto de Investigaciones Estéticas*, primavera, año/vol. XXII, número 076. México, UNAM, 2000, p. 171.
83. 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. México, SCT, 1999, pp. 216-217. La calle del Arquillo de la Alcaicería se convertirá posteriormente en la de 5 de Mayo y será ampliada hasta el Teatro Nacional en 1868, lo que le dará una gran vista a dicho teatro, coincidiendo la nueva calle con su fachada. Álvarez, 1906, *op. cit.*, p. 96.
84. Como sucederá en el caso de los caminos, véase en este mismo capítulo en el apartado «Fomento de los caminos».
85. Siliceo, *op. cit.*, pp. 12 y 35.
86. Álvarez, 1919, *op. cit.*, p. 3.
87. Encontrando a Rubio y Compañía, José de Cervantes y Compañía, y Epifanio Padilla y compañía. Jiménez, *op. cit.*, p. 75.
88. Cavallari escribió una carta con su propuesta al director de San Carlos, Bernardo Couto (quien obviamente la aprueba) en la que explicaba 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.
89. Colaboraron con Cavallari, los alumnos Eleuterio Méndez y Antonio Torres Torija, el arquitecto José María Rego y su hijo, Cristóbal Cavallari.

90. Álvarez, 1906, *op. cit.*, pp. 25-26.
91. *Ibidem*, p. 26. Téllez, *op. cit.*, p. 54.
92. Katzman, *op. cit.*, p. 311.
93. 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.
94. Álvarez, 1906, *op. cit.*, p. 96.
95. *El Siglo Diez y Nueve*, 15 de abril de 1854.
96. Álvarez, 1906, *op. cit.*, pp. 93-94. Katzman, *op. cit.*, p. 311.
97. De la Hidalgo sostenía que dicho sistema provenía de la Guyana Holandesa y que se había aplicado con buenos resultados en terrenos aun «más fangosos y débiles» que los de la Ciudad de México. Álvarez, 1906, *op. cit.*, pp. 84-85 y 92.
98. 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.
99. Hasta su demolición en 1901 para realizar la prolongación de la calle de 5 de mayo. Álvarez, 1906, *op. cit.*, pp. 92 y 96.
100. Katzman, *op. cit.*, p. 313.
101. Téllez, *op. cit.*, pp. 72-77.
102. Álvarez, 1919, *op. cit.*, p. 164.
103. No sólo en los casos novohispanos sino posteriormente, por ejemplo, en el caso del hundimiento de la estación del ferrocarril de Buenavista. Véase en este mismo capítulo el apartado «Introducción de estructuras metálicas».
104. Álvarez, 1906, *op. cit.*, p. 92.
105. Álvarez, 1919, *op. cit.*, p. 164.
106. Arizpe, Rafael R. *El alumbrado público en la Ciudad de México. Estudio histórico seguido de algunos datos técnicos acerca de las principales instalaciones destinadas a ese servicio municipal*, pp. 51-52, 54.
107. *Ibidem*, pp. 78, 81-82
108. Morales, "Francisco Somera y el primer fraccionamiento de la Ciudad de México. 1840-1889", en *Ensayos urbanos. La Ciudad de México en el siglo XIX*, p. 290.
109. 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.
110. El proyecto de Garay fue seleccionado mediante concurso con un presupuesto mucho más reducido que el de los demás proyectos y se llevaría a cabo con gran aprobación del Gobierno. Álvarez, 1906, *op. cit.*, p. 124.

111. Siliceo, *op. cit.*, p. 13.
112. Katzman, *op. cit.*, p. 325.
113. *Ibidem*, pp. 274-275.
114. *Ibidem*, pp. 312-313. *La ingeniería civil mexicana. Un encuentro con la historia*, pp. 140 y 142.
115. Almazán, Pascual. *Tratado sobre caminos comunes, ferrocarriles y canales...* Tomo II, pp. 17-18.
116. Álvarez, 1906, *op. cit.*, pp. 117-118.
117. González de Cosío, tomo I, *op. cit.*, p. 334.
118. Katzman, *op. cit.*, p. 330.
119. 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.
120. 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, p. 109.
121. Bracamontes, *op. cit.*, p. 174.
122. *Historia de los caminos de México*, tomo II, pp. 103-105.
123. Martínez Chavero fue un 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.
124. Bustillo fue director del camino de México a Toluca y Cuernavaca. *Ibidem*, p. 121.
125. Siliceo, *op. cit.*, p. 6.
126. *Historia de los caminos de México*, tomo II, pp. 85-87 y 103.
127. 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.
128. Puesto ocupado en un principio por el ingeniero arquitecto Francisco P. Vera y posteriormente por el ingeniero Santiago Méndez.
129. Álvarez, 1919, *op. cit.*, p. 3.
130. *Historia de los caminos de México*, tomo II, pp. 139, 149 y 151.
131. Siguiendo la postura de Coatsworth.
132. Riguzzi, *op. cit.*, pp. 41-45.
133. González de Cosío, *op. cit.*, tomo IV, pp. 274-275.
134. Álvarez, 1923, *op. cit.*, pp. 20-21.
135. Chavero estudió tanto en el Colegio de Minería, en el Militar y en San Carlos. Álvarez, 1906, *op. cit.*, pp. 123-124.

136. 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 Diez y Nueve*, 15 de julio de 1868.
137. Entre los agrimensores encontramos a José Galán, José María Romero, Ignacio Garfias y Jacobo Blanco, este último también era ensayador, así como Manuel M. Canseco. *Idem*.
138. Su proyecto era por la ruta de Xalapa, su ciudad natal. Álvarez, 1906, *op. cit.*, pp. 124-125.
139. Riguzzi, *op. cit.*, p. 41.
140. *La ingeniería civil mexicana. Un encuentro con la historia*, p. 60.
141. Siliceo, *op. cit.*, p. 43.
142. 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.
143. Siliceo, *op. cit.*, pp. 20-23.
144. 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.
145. Quien representaba los intereses de su hermano Manuel que había salido del país al ser derrocado Santa Anna.
146. Katzman, *op. cit.*, p. 129.
147. Ramírez, *op. cit.*, p. 466.
148. AGN. Fomento y obras públicas D.F. Decretos, circulares y leyes, caja 7, exp. 21.
149. Álvarez de la Borda, Joel y Javier Lazarín Guillén. *La Compañía de Tranvías de México, S.A. (The Mexico Tramways Company) 1907-1910*. Tesis de licenciatura en historia. UAM Iztapalapa, México, 2000, pp. 13-15.
150. Véase en este capítulo en el apartado «Fomento de los caminos».
151. 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*, pp. 69-70.
152. *Ibidem*, pp. 99-112.
153. 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 sensatas, pues será hasta finales de siglo estas cuestiones se tratarán de corregir.

154. Morales, 1978, *op. cit.*, pp. 51-52.
155. Norteamericano hijo de inmigrantes irlandeses, quien era un ingeniero empírico que aprendió acerca de la construcción ferroviaria en obras en Chile y en Perú.
156. Baz, *op. cit.*, p. 17.
157. Hijo de José Bernardo Couto, abogado de la compañía del ferrocarril.
158. 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*, p. 134.
159. Álvarez, 1923, *op. cit.*, pp. 19-20.
160. AGN. Fomento y obras públicas D.F. Decretos, circulares y leyes, caja 7, exp. 34 y 40.
161. AGN. Fomento y obras públicas D.F. Decretos, circulares y leyes, caja 8.
162. Bonilla, *op. cit.*, p. 39.
163. González de Cosío, *op. cit.*, tomo III, p. 119.
164. *Ibidem*, pp. 113-114.
165. En los ferrocarriles de Tacubaya, Chalco, Mérida, Medellín y Toluca.
166. *Ibidem*, p. 134.
167. Connolly, *op. cit.*, p. 81.
168. *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*, vol. III, tomo II, p. 248.
169. Aun cuando el título de ingenieros seguramente incluía a profesionistas diversos. González de Cosío, *op. cit.*, tomo III, pp. 124-126.
170. 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.
171. Álvarez, 1918, *op. cit.*, pp. 53-55.
172. AHUNAM. ENI. Asuntos escolares. Calificaciones y exámenes, caja 24, exp. 2.
173. Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, p. 2601.
174. Bajo la dirección de Santiago y Eleuterio Méndez. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 6526.
175. Azuela, *op. cit.*, p. 99.
176. A pesar de una infructuosa peregrinación por Norteamérica y Europa, y aun cuando al regresar al país el Ministerio de Fomento otorgó los fondos para su publicación, éstos «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.

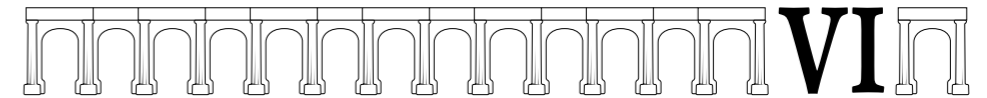
177. García Cubas había estudiado en San Carlos, aunque no lo encontramos graduado como arquitecto o maestro de obras, al parecer, será hasta 1865 cuando obtenga el título de ingeniero topógrafo en el Colegio de Minería. Laboró de manera destacada en el Ministerio de Fomento como dibujante topógrafo.
178. Dicho *Atlas*, 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.
179. Orozco y Berra, *op. cit.*, pp. 423-424 y 427-428.
180. *Ibidem*, p. 423.
181. 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 quedó reducida en 1858 a su parte topográfica suspendiendo totalmente sus actividades al siguiente año aunque los trabajos continúan.
182. Fue impreso por la Academia de San Carlos en 1862, pero publicado hasta 1864.
183. Donde colaboró también Díaz Covarrubias junto con los ingenieros Manuel Fernández Leal, Miguel Iglesias y Francisco Herrera. Orozco y Berra, *op. cit.*, pp. 386-389.
184. En el plano laboraron los ingenieros José Bezares, Jesús Pérez y Juan Martín.
185. En la que trabajaron los ingenieros Miguel Iglesias, Ramón Almaraz, Mariano Santa María y José Antonio de la Peña.
186. Los trabajos fueron dirigidos por Ramón Almaraz y laboraron como ingenieros topógrafos Juan de F. Martín, Javier Yáñez, José María Romero, José Serrano, Rafael Barberi y Antonio García Cubas. Orozco y Berra, *op. cit.*, pp. 392, 394 y 396.
187. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 6428.
188. Orozco y Berra, *op. cit.*, pp. 387-388.
189. 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. *Ibidem*, pp. 399-401.
190. Ramírez, *op. cit.*, pp. 450-451
191. 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, el agrimensor José Serrano e Ignacio P. Gallardo. Orozco y Berra, *op. cit.*, p. 417.

192. 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.
193. Aun 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. En consecuencia, de diferentes estados llegaron gran número de títulos que acreditaban 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 pesos de indemnizaciones. Esto resulta paradójico cuando el mismo Siliceo sostiene que la colonización había sido prácticamente nula. Siliceo, *op. cit.* 45.
194. *Ibidem*, pp. 45-47.
195. *Ibidem*, pp. 46-48.
196. *Ley de Desamortización de Fincas Rústicas y Urbanas propiedad de las Corporaciones Civiles y Religiosas* del 25 de junio de 1856.
197. Katz, *op. cit.*, pp. 160-161; Díaz, *op. cit.*, p. 833 y González, Luis, *op. cit.*, p. 920.
198. Siliceo, *op. cit.*, pp. 46-48. Urías, *op. cit.*, pp. 29-30 y 50-52.
199. González de Cosío, *op. cit.*, pp. 57-60.
200. Jiménez, *op. cit.*, pp. 9-10.
201. Katz, *op. cit.*, p. 167. Los inmigrantes que llegaron durante la República Restaurada se asentaron en las ciudades y se dedicaron principalmente al comercio. González, Luis, *op. cit.*, p. 920.
202. *El Siglo Diez y Nueve*. México, del 14 al 18 de diciembre de 1848.
203. AGN. Fomento y obras públicas D.F. Decretos, circulares y leyes, caja 4, exp. 13. La junta tendría amplias facultades y sustituiría a la antigua Dirección del Desagüe. Estaría formada de treinta propietarios del Valle de México y presidida por el secretario de Fomento, en ese momento, Manuel Siliceo.
204. Álvarez, 1906, *op. cit.*, p. 125. Roberto Llanas sostiene que al frente de la sección norte se encontraba Manuel Gargollo. *Ingeniería en México, 400 años de historia. Obra pública en la Ciudad de México*. México. Instituto de Ingeniería. UNAM. 2015, p. 418.
205. *Croquis de los lagos de Chalco y Xochimilco*. Comisión del Valle de México, 1862. MMOyB. CGP725-2363-CGE-0-A. El Canal de Garay dará nombre a una parte del Periférico actual.

206. 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 posible de canales navegables y aprovechar la mayor cantidad de agua para riego. Álvarez, 1906, *op. cit.*, p. 126.
207. Presentando propuestas Gargollo y Parra, Santiago Bentley, José María López Monroy, J. A. Poumarède, John Bowring y Francisco de Garay, así como concursando también el proyecto realizado anteriormente por Smith.
208. 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.
209. Garay, Adrián. *Op. cit.*, pp. 9-10 y 25-27.
210. 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.
211. 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.
212. Garay, Adrián. *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.
213. La maquinaria no llegaría sino hasta 1868. Orozco y Berra, *op. cit.*, pp. 412-416.
214. 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.
215. Orozco y Berra dice que el mismo se puede llamar «colosal», con un perímetro de 20.429 km. Una altura entre 0.75 m y 1.5 m y un espesor de 7 m. *Op. cit.*, p. 416.
216. Garay. «Carta a los redactores de L'Estafette», en *La Sociedad*, México, martes 6 de febrero de 1866, pp. 1-2.
217. López Sarrelangue, Delfina. *Coapa. La ciénaga de la culebra y las aguas dulces (1500-1968)*, pp. 184-189.

218. Justificándose por los múltiples gastos del ejército dispone que la Jefatura de la Hacienda del Distrito Federal les suministre 1 500 pesos mensuales. González de Cosío, *op. cit.*, tomo III, pp. 245-246.
219. Perló, *op. cit.*, p. 57.
220. AGN. Fomento y obras públicas D.F. Decretos, circulares y leyes, caja 6, exp. 5.
221. *El Siglo Diez y Nueve*, 15 de julio de 1868. Ramírez, *op. cit.*, p. 486.
222. Garay, *op. cit.*, pp. 15-16.
223. 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. *Ibidem*, pp. 16-17.
224. 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. México. FES Acatlán. UNAM. 1990, pp. 106-109 y 112. Perló, *op. cit.*, p. 191.
225. Cossío, José L. *Guía retrospectiva de la Ciudad de México*, p. 139. Perló sostiene que para la década de 1870 ya se estaba cerca del millar de pozos. *Op. cit.*, pp. 64 y 191.
226. Mansilla, *op. cit.*, pp. 106-109 y 112. *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*, vol. III, tomo II, p. 123.
227. Morales, "Cambios en la traza de la estructura vía de la Ciudad de México, 1770-1855", p. 163 y "Francisco Somera y el primer fraccionamiento de la Ciudad de México. 1840-1889", pp. 289-290. Ambos en *Ensayos urbanos. La Ciudad de México en el siglo XIX*.
228. Tamayo, 1972, *op. cit.*, p. 196. León, *op. cit.*, p. 77.
229. Siliceo, *op. cit.*, p. 13.
230. Álvarez, 1918, *op. cit.*, pp. 53-54.
231. Katzman, *op. cit.*, p. 347.
232. Álvarez, 1906, *op. cit.*, p. 128.
233. Ramírez, *op. cit.*, p. 470.
234. Como Manuel y Antonio Escandón. AGN. Fomento y obras públicas D.F. Decretos, circulares y leyes, caja 6, exp. 1.
235. AGN. Fomento y obras públicas D.F. Decretos, circulares y leyes, caja 8.

## DESARROLLO CONSTRUCTIVO PORFIRIANO



### IMPORTANCIA Y CARACTERIZACIÓN DE LOS INGENIEROS

#### Participación de los ingenieros en el Gobierno

El régimen porfirista se impuso como una de sus finalidades esenciales la modernización del país, para lo cual recurrió a los ingenieros, a quienes colocaría en los ministerios donde era más necesaria su competencia técnica, como en Fomento, y posteriormente también en la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas. Desde la primera vez que llegó Porfirio Díaz al poder, designó como ministro de Fomento a Vicente Riva Palacio, quien incorporaría a un número importante de egresados de la Escuela de Ingenieros, así como a arquitectos e ingenieros arquitectos de la Escuela de Bellas Artes. Así, se nombraría al arquitecto Vicente Manero como jefe de la 1ª Sección de Colonización y Terrenos Baldíos,<sup>1</sup> al agrimensor Ignacio Garfías y al ingeniero civil Estanislao Velasco como jefe y primer oficial, respectivamente, de la tercera sección. El arquitecto Ventura Alcérreca sería designado como director de calzadas, mientras que el ingeniero militar y geógrafo Francisco Jiménez y el ingeniero arquitecto Ángel Anguiano serían nombrados como inspectores de caminos. Al mismo tiempo, Riva Palacio impulsaba la creación de tres observatorios en

247

← Alegoría de la Edificación. Plafón del Salón de Recepciones de la SCOP

los cuales designaría a Francisco Jiménez al frente del Astronómico Central, a Ángel Anguiano del Astronómico Nacional de Chapultepec, mientras que el ensayador Mariano Bárcena dirigiría el Observatorio Meteorológico Magnético Central.<sup>2</sup>

También sería reintegrado Francisco de Garay como director de las obras del desagüe del Valle de México en donde se incorporarían 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.<sup>3</sup> Poco después, se incorporaría al Ministerio de Fomento el ingeniero topógrafo Manuel Fernández Leal como Oficial Mayor, es decir, como segundo al mando (al mismo tiempo que era nombrado director de la Escuela de Ingenieros). Por presiones políticas, en mayo de 1879, Vicente Riva Palacio renunciaba al ministerio y al no designarse sustituto quedaba Fernández Leal al frente del mismo. Al dejar Díaz la presidencia, pasaría 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.<sup>4</sup>

En 1891, renunciaba Pacheco a la Secretaría de Fomento y fallecía el ministro de Hacienda, Manuel Dublán, por lo que se realizaron modificaciones importantes dentro del gabinete. Entre otras cosas, se creó la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas<sup>5</sup> que asumía las funciones que en materia de obras tenía anteriormente Fomento, llevándose consigo la mayoría de los recursos que se destinaban antes a este ministerio (4 399 345 pesos), que se quedaría solamente con 672 106 pesos, lo cual indicaba la utilización que desde antes de la separación se le daba a su presupuesto.<sup>6</sup> Para dirigir la nueva secretaría se designó a Manuel González Cosío<sup>7</sup>, mientras que en Fomento, en sustitución de Pacheco, se nombró a Manuel Fernández Leal.

Fernández Leal permaneció como ministro de Fomento hasta 1900, cuando fue sustituido por el ingeniero civil Leandro Fernández; el primero pasaría a ocupar mientras tanto la dirección de la ENI que hasta ese momento desempeñaba el segundo. A principios de 1903, Leandro Fernández dejaba la Secretaría de Fomento para ubicarse como ministro de Comunicaciones,

quedando a cargo de aquella Manuel González Cosío. En 1905, dirigía el Ministerio de Fomento el ingeniero topógrafo de la ENI Blas Escontría de origen potosino, quien a la vez fue reemplazado por el ingeniero yucateco Olegario Molina Solís en 1907.<sup>8</sup> Al estar por desmoronarse el régimen, sería colocado el ingeniero civil Manuel Marroquín y Rivera para dirigir Fomento, mientras que como ministro de Comunicaciones sería designado el ingeniero topógrafo y ensayador Norberto Domínguez.<sup>9</sup>

Por otra parte, para algunas de las obras públicas más importantes se crearon organismos que, aunque debían seguir los lineamientos de la presidencia, tenían cierta autonomía que les permitía agilizar las cuestiones prácticas sin tener que pasar por todo el aparato burocrático, lo que llevó también a que desplazaran a otras dependencias involucradas, principalmente a la Secretaría de Fomento y a la de Comunicaciones, en la toma de decisiones importantes. El primer organismo de este tipo fue la Junta Directiva del Desagüe del Valle en la que colaboraron los ingenieros Francisco Somera, Manuel María Contreras y Fiacro Quijano. El modelo sería aplicado 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 colaboraría en la última junto con Guillermo Beltrán y Puga.<sup>10</sup>

La importancia creciente de los ingenieros se apreciaba 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 se desempeñó como director de Obras Públicas del D.F., donde laboraría a lo largo del Porfiriato<sup>11</sup> con el apoyo de su colega Manuel Francisco Álvarez,<sup>12</sup> así como Manuel María Contreras, quien sería regidor de Obras Públicas para 1885,<sup>13</sup> estando como subdirector el ingeniero civil Roberto Gayol. Entre 1891 y 1892, Contreras fue designado presidente del Ayuntamiento donde se desempeñó como regidor Manuel Francisco Álvarez por cuatro años,<sup>14</sup> y el ingeniero civil Isidro Díaz Lombardo también sería regidor de la ciudad en 1900 y, al año siguiente, director del catastro.<sup>15</sup> Asimismo, hubo arquitectos, como Nicolás Mariscal, quien en 1901 fue regidor del Ayuntamiento,<sup>16</sup> donde también ocupó puestos el ingeniero civil Miguel Ángel de Quevedo, quien al año siguiente sería concejal. Por su parte,

el ingeniero civil Roberto Gayol, director General de Obras Públicas de 1903 a 1904, sería sustituido por el ingeniero de minas Luis Espinosa, y ocuparía 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 en sustitución del ingeniero topógrafo, hidromensor y de minas Andrés Aldasoro.<sup>17</sup>

Como se aprecia, al mismo tiempo que solían incorporarse en labores prácticas, los ingenieros llegarían a alcanzar puestos importantes dentro de la burocracia. Al hacer el seguimiento estadístico de la clase política porfiriana, François-Xavier Guerra resalta que la misma tenía un alto nivel cultural (sobre todo para la segunda mitad del periodo) y concluye que la élite política era también, en gran medida, una élite cultural. La mayoría había realizado estudios superiores, entre los que se destacaban tres carreras principales: los licenciados en Derecho que representaban alrededor del 57%, los médicos con un 15% y los ingenieros con un 10%. Aun cuando se ha visto que varios miembros del Colegio de Minería (antes de ser transformado en Escuela de Ingenieros) sobresalieron en cargos públicos, Guerra presenta como una novedad la importancia de los 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 en el caso de los ingenieros militares, no formando un grupo propio como ingenieros, se puede considerar que Guerra tiene razón.<sup>18</sup>

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 élite política alternarían varios cargos diferentes, de manera general, se han encontrado 41 ingenieros en el gobierno de Díaz, siendo la mayoría de ellos diputados (19), entre ellos, Roberto Gayol, Francisco Bulnes, Antonio Rivas Mercado, Blas Escontría y Olegario Molina Solís; seguidos de los gobernadores (14 y 2 interinos), como los dos anteriores, Leandro Fernández y Mariano Bárcena; 9 senadores, como Eduardo Garay<sup>19</sup> 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.<sup>20</sup>

### Consolidación de un grupo hegemónico nacional

Si bien unos pocos ingenieros se enfocaban más a las cuestiones políticas o económicas, como Blas Escontría y Olegario Molina, quienes se consolidaron como políticos y empresarios en sus estados de origen, la mayoría de los ingenieros, aun cuando podían llegar a ocupar cargos importantes en el Gobierno, no dejaban de lado su labor profesional como ingenieros ni las cuestiones educativas relacionadas. Entre estos últimos, se encontraban casos destacados como Roberto Gayol, Manuel Fernández Leal, Leandro Fernández, Eduardo Garay y Manuel Marroquín y Rivera, pudiéndose generalizar para estos últimos lo que, acerca 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:<sup>21</sup> más un técnico que un político.»<sup>22</sup>

Lo anterior era representativo de la caracterización de estos ingenieros pues, a pesar de los altos puestos que llegaban a alcanzar en el Gobierno, se mantenían hasta cierto punto alejados de los debates políticos e ideológicos de la época por lo que no se caracterizaban por sus posturas pro o antirreeleccionistas, liberales o positivistas, y debido a lo mismo no llegaban a consolidarse como un grupo político particular.<sup>23</sup>

Aun cuando en la Escuela de Ingenieros se encontraban algunos profesores vinculados con los «científicos», como Joaquín Casasús y Francisco Bulnes<sup>24</sup>, como sostiene Guerra, los científicos no contarían con la incorporación de nuevos integrantes salidos de los colegios.<sup>25</sup> Se podría considerar entonces a este grupo de ingenieros como independiente de los liberales puros así como de los positivistas, principalmente a partir de sus evidentes vínculos



propios, pero sobre todo por su formación como ingenieros muy diferente de la educación en Derecho de la mayoría de aquéllos más involucrados en las polémicas políticas de una forma más explícita. De esta manera, es la profesión compartida lo que nos permite agruparlos, más que una pertenencia política.

En parte debido a su indefinición política como grupo, los ingenieros, a pesar de la importancia creciente que iban adquiriendo tanto en el Gobierno como en el campo laboral, no lograrían 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, aunque los ingenieros tendrían una participación sustancial, la batuta en las decisiones importantes sería llevada por el licenciado José Yves Limantour, sobre todo en el caso más relevante, el del desagüe del Valle, a partir de su nombramiento al frente del Ministerio de Hacienda, el cual era clave para el buen desarrollo de las obras, ya que era el encargado de aprobar y asignar el presupuesto, desplazando en cierta medida a la Secretaría de Fomento y a la de Comunicaciones y Obras Públicas.<sup>26</sup> Si bien 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 aquéllos más enfocados a la política y a los negocios financieros justamente en un momento en el que estaba surgiendo el sistema bancario nacional del que también serían accionistas.<sup>27</sup>

Algo similar sucedió en el Gobierno de la Ciudad de México a partir de la década de 1890. A pesar de que los ingenieros lograrían integrarse en el Ayuntamiento al ocupar el ingeniero Manuel María Contreras su presidencia entre 1891 y 1892, así como el médico Manuel Domínguez al año siguiente, no sería ninguno de estos dos grupos profesionales el que se consolidara en la administración del Ayuntamiento, sino aquel formado por quienes Rodríguez Kuri denomina como «financieros». Este grupo se caracterizaba 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 al actuar como intermediario de los capitales extranjeros junto con los cuales invertía en diversos negocios inmobiliarios, bancarios y de transportes, entre otros.<sup>28</sup>

Debido al enfoque político e ideológico que algunas veces se le ha dado al grupo denominado de los «científicos», parece más conveniente nombrarlos

como «políticos-financieros»,<sup>29</sup> aun cuando ambos grupos comparten a los mismos integrantes. De esta manera, se pretende caracterizarlos, más que por cuestiones políticas o ideológicas, por su pertenencia a los altos niveles de gobierno y por sus vínculos con el capital internacional, lo cual les permitió realizar importantes negocios, muchas veces no totalmente transparentes. Este grupo político-financiero logró enlazar el crecimiento económico nacional, basado en la inversión y el comercio exterior, con sus propios intereses, por lo que se ha explicado su éxito 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».<sup>30</sup>

Una de las principales figuras de los políticos-financieros en el país fue Limantour, quien permanecería como ministro de Hacienda desde 1893 hasta el fin del Porfiriato. Mientras que este grupo en el Gobierno del D.F. y en el Ayuntamiento de la Ciudad de México se consolidaba al iniciar el siglo XX con el nombramiento de Guillermo de Landa y Escandón, como presidente del Ayuntamiento de 1900 a 1902, y que luego se desempeñaría como gobernador del D.F. por el resto del Porfiriato, mientras que Fernando Pimentel y Fagoaga dirigía durante ese lapso el Ayuntamiento.<sup>31</sup> En 1903 se ven reducidas las facultades del Ayuntamiento de la ciudad al pasar a depender algunas de ellas del Gobierno federal, lo que fue impulsado por el mismo Landa y Escandón.<sup>32</sup> Además, se creaba la Dirección General de Obras Públicas del Distrito Federal dependiente de la Secretaría de Gobernación, así como un Consejo Superior de Gobierno del D. F. integrado por el gobernador del mismo, el presidente del Consejo Superior de Salubridad y el director general de Obras Públicas del D.F., quienes debían rendir cuentas al secretario de Gobernación.<sup>33</sup>

El grupo de burócratas-financieros adquirió gran importancia como intermediario entre los inversores extranjeros y utilizó 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»<sup>34</sup>.

De esta manera, los burócratas-financieros lograron consolidarse como una fracción hegemónica sustentada no sólo en el poder político o militar, sino principalmente en el económico, alcanzando por primera vez una escala nacional a diferencia de la élite económica de la primera mitad del siglo XIX que había sido esencialmente local o regional.<sup>35</sup> En cuanto a los ingenieros, aun cuando habían sido desplazados por los financieros, no eran de ninguna manera grupos antagónicos, si bien la dinámica propia de estos negocios estaba dada por el grupo financiero y sus intereses, los ingenieros colaboraron en los proyectos desarrollados por aquéllos.

### Campo de trabajo profesional de los ingenieros

254 Connolly ha resaltado el carácter profesional liberal tanto de la Ingeniería como de la Arquitectura que proviene desde la fundación de los centros que las impartían: el Colegio de Minería y la Academia de San Carlos.<sup>36</sup> Esto los llevaría a desempeñarse profesionalmente, por lo general, de manera individual con una formación enciclopédica, es decir, incursionando en gran variedad de obras. De ahí que muchos ingenieros civiles, así como arquitectos, al egresar solían anunciarse en los periódicos 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»<sup>37</sup>, y al año siguiente *La Voz* publicaba: «Nuevo ingeniero. 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]».<sup>38</sup>

Aun así, no era inusual que se llegaran a presentar fricciones entre las distintas carreras para delimitar el campo de trabajo de cada una, de igual forma, se

estipulaban los honorarios que debían cobrar por trabajos específicos. De este modo, 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. Del Castillo argumentaba que, como en el caso de los estudios topográficos de Agricultores y Militares, éstos no podían ser comparados con los realizados por los ingenieros topógrafos que estaban 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 impartía en varias escuelas. Por tal motivo, Del Castillo solicitaría que la Escuela Especial de Ingenieros fuera la única facultada para expedir títulos de ingeniero.<sup>39</sup>

Aun cuando se mantenía el precepto liberal de la libertad de trabajo, empezaría 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 vio envuelto en la cuestión acerca del ejercicio de la Arquitectura por parte de los ingenieros, ya que 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 como ingenieros civiles con más razón, fueron admitidos de manera oficial en 1897; sin embargo, posteriormente 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». Se optó entonces por dar entrada a todos los ingenieros con estudios en matemáticas, construcción y dibujo arquitectónico.<sup>40</sup> Siguiendo con esta política, en 1903, se autorizaba 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 anunciaran especificando la especie y procedencia del título que poseían.<sup>41</sup>

Dentro de estas polémicas también se involucró la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México, ya que en sus *Anales* se discutía en 1902 sobre la libertad para ejercer la Ingeniería y la Arquitectura, en 1904 acerca de los requisitos legales para ejercer esas profesiones en la Unión Norteamericana y,

al 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. Aun cuando conforme avanzaba el Porfiriato iban surgiendo diversas compañías o asociaciones de constructores, permaneció el proyectista particular, así como el director de obras, que incluso algunas veces podía ser una misma persona.

A pesar de que se contaba con un número de ingenieros nacionales importante, éstos tuvieron que seguir compitiendo con diversos constructores e ingenieros de países más desarrollados en estas cuestiones: alemanes, estadounidenses, franceses e italianos que llegaban al país atraídos por el desarrollo de las obras materiales. En 1872 arribó el maestro de obras alemán Müller y en 1885 el ingeniero civil Luis Bacmeister, quien se asoció con Hugo Donner, ambos procedentes también de Alemania. Para 1898, llegarían 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.<sup>42</sup>

256 Para 1909, de los inmigrantes que llegaban al país, un pequeño porcentaje tenía 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». Representaban 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 estos últimos el 12% se desempeñaban como albañiles, o sea, alrededor de 0.5% del total de migrantes.<sup>43</sup> Aun cuando en las obras públicas y de infraestructura los salarios eran generalmente bajos, generaron un mercado de trabajo importante que fomentó 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.<sup>44</sup>

Al mismo tiempo, arribaban aquellos que Jiménez Muñoz ha denominado como «portafolieros», asimilando el concepto con los *carpetbaggers* norteamericanos, los cuales se habían apoderado de grandes extensiones de terreno de aquel país mediante procedimientos nada limpios. Uno de los primeros en

llegar a México fue Thomas Braniff, quien realizó la conclusión del ferrocarril México-Veracruz, pero permanecería en el país participando en diversos negocios. Para fines del siglo XIX, llegarían más portafolieros como representantes de firmas extranjeras o que individualmente se vincularían a diversos negocios, particularmente inmobiliarios, como los ya mencionados hermanos Lamm.<sup>45</sup>

### Cartografía y colonización

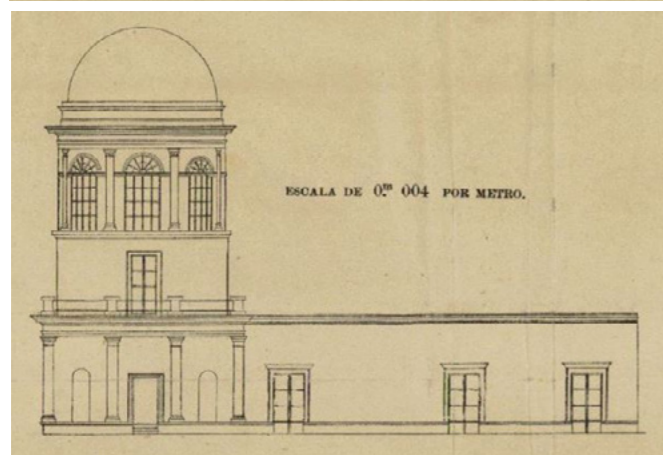
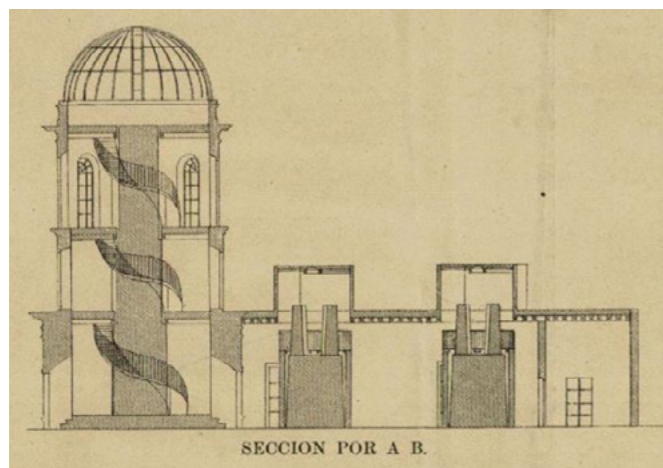
Dentro de las labores realizadas por ingenieros en el Gobierno, se encontraban las enfocadas a los trabajos cartográficos y geográficos. Con la llegada de Díaz al poder, se establecieron diversas instituciones con el fin de realizar el reconocimiento territorial y la construcción de la cartografía del país. Se creó el Observatorio Astronómico Nacional de Chapultepec, cuyo director fundador fue el ingeniero arquitecto Ángel Anguiano; el Observatorio Astronómico Central, bajo la dirección del ingeniero geógrafo y militar Francisco Jiménez, y el Observatorio Meteorológico Magnético Central a cargo del ensayador Mariano Bárcena, quien tuvo como colaboradores a los arquitectos Miguel Pérez y José Collazo, así como al arquitecto e ingeniero civil Vicente Reyes. Estos dos últimos observatorios fueron instalados en la azotea de Palacio Nacional.<sup>46</sup>

257 El ingeniero topógrafo Manuel Orozco y Berra fue reincorporado en el Ministerio de Fomento, pero en esa ocasión como Director en la recién creada Sección de Cartografía en donde también se designó a Agustín Díaz como ingeniero auxiliar. En dicha Sección de Cartografía rápidamente se conformó una Comisión Geográfico Exploradora con el objetivo de elaborar un atlas general del país, que incluiría cartas hidrográficas, de poblaciones y militares, participando en su confección, obviamente, Orozco y Berra. La comisión inició sus labores formalmente en mayo de 1878 y tuvo como director a Agustín Díaz.<sup>47</sup>

Azuela plantea que el nombramiento de Agustín Díaz al frente de la Comisión Geográfica Exploradora, representó la integración de los intereses y la visión del Ministerio de Guerra en los proyectos cartográficos del Ministerio de Fomento, donde colaboraron principalmente 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. En 1882, ya con mayor holgura económica, se inauguró formalmente la Sección de Historia Natural de la Comisión.<sup>48</sup>

En 1883, se comenzaría el traslado del Observatorio Astronómico Nacional de Chapultepec a Tacubaya, y se trabajaría en las décadas subsiguientes en el acondicionamiento del edificio conocido como del Ex Arzobispado. Por otra parte, fue en 1888 cuando se aprobó la iniciativa para la creación del Instituto Geológico, largamente acariciado por Antonio del Castillo, aunque sería hasta 1891 cuando se le diera una partida específica dentro del Ministerio de Fomento, siendo designado como su director el mismo Del Castillo.<sup>49</sup>



Proyecto para el Observatorio Nacional de Chapultepec del ingeniero arquitecto Ángel Anguiano, 1877  
© SAGARPA. SIAP. MMOB CGDF-V12-72-CGE-725-A



Observatorio Astronómico Nacional de Tacubaya

De igual manera, la Asociación de Ingenieros y Arquitectos participaba en las cuestiones geográficas y topográficas, como se ha podido constatar en sus *Anales*, donde se publicaban de manera frecuente algunos textos relacionados con dichos temas, como la aplicación de la fotografía para los levantamientos topográficos y acerca de la importancia de la cartografía oficial, ambos escritos aparecidos en 1886; también la discusión acerca de la compensación en triangulaciones entre el ingeniero topógrafo Francisco Garibay y el geógrafo Valentín Gama (1897), este último también propuso diversos métodos para levantamientos y para el cierre de polígonos (1898), y publicaría la segunda parte de la compensación de los errores en 1900 y el levantamiento de la colonia Condesa para 1905. En 1896, se presentaron los aranceles para el cobro de los trabajos de los ingenieros topógrafos, y en 1898 el ingeniero Daniel Olmedo exponía

algunos comentarios al *Tratado de topografía* de A. Pelletan, mientras que para 1904 se presentaba un artículo sobre el valor de los terrenos en México.

Al llegar Díaz por primera vez a la presidencia, en el afán de 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 algunas veces el Gobierno de la medición, distribución de lotes y del trazado de las nuevas poblaciones, como en el caso de diversas colonias en Veracruz, Puebla y Morelos, contratadas en 1878.

Después, en 1883, durante el gobierno de Manuel González, se creó la ley para deslindar, medir, fraccionar y valuar los terrenos baldíos, para lo cual se crearían diversas comisiones de ingenieros. En la nueva ley se les daba múltiples beneficios a los colonizadores como exenciones a los derechos de importaciones de los materiales que ocuparían y del impuesto predial por diez años,<sup>50</sup> además de que establecía que la delimitación de los terrenos públicos sería delegada en compañías privadas a las que se les otorgaría un tercio de los mismos, lo que ya se venía realizando en la práctica.<sup>51</sup> Pero a la vez, también se establecían ciertos límites al acaparamiento de tierras, fijando una extensión máxima de 2,500 hectáreas como propiedad individual, así como la obligación de su efectiva colonización y cultivo.<sup>52</sup>

Pero una vez más, a pesar de las múltiples facilidades ofrecidas, los inmigrantes extranjeros no llegaban al país como sí lo hacían en otras partes del continente. Aun así, algunas veces arribaban algunos grupos importantes de extranjeros. En 1882, llegaron alrededor de 2,100 italianos a los que se les ofrecieron tierras y facilidades para fundar con ellos las colonias de Manuel González en Huatusco, Carlos Pacheco en Puebla y Fernández Leal en Cholula, entre otras. Algunos cientos de chinos llegaron 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, los cuales no tuvieron las repercusiones esperadas.<sup>53</sup> 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.<sup>54</sup>

La política de colonización y deslinde sirvió una vez más para el acaparamiento de tierras. Además de las facilidades otorgadas a las compañías deslindadoras, las pocas limitantes impuestas nunca fueron respetadas en la práctica, siendo definitivamente eliminadas tanto la extensión máxima como la efectiva colonización con la ley de 1894, lo cual borraba cualquier obstáculo para la creación de inmensas propiedades.<sup>55</sup> Las facilidades otorgadas durante el Porfiriato para el acaparamiento de tierras llevaron a la adjudicación, entre 1881 y 1906, de 49 millones de hectáreas a compañías y particulares, tanto nacionales como extranjeros, lo que representó una quinta parte del territorio nacional. Los mayores movimientos de propiedad de la tierra se registraron 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 sí se verían seriamente afectados, como Chiapas, Oaxaca, Tabasco, Veracruz, Quintana Roo y Tamaulipas.<sup>56</sup>

## RENOVACIÓN Y AUGE 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 incrementó con la expansión económica porfirista. 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 1880,<sup>57</sup> mientras que la introducción del ferrocarril aumentó el intercambio comercial y propició la migración, así como la expansión de varias ciudades,

en las cuales se desarrolló la construcción.<sup>58</sup> De esta manera, se llegaría en el decenio de 1890, al periodo que Rodríguez Kuri ha denominado «el boom económico y demográfico».<sup>59</sup>

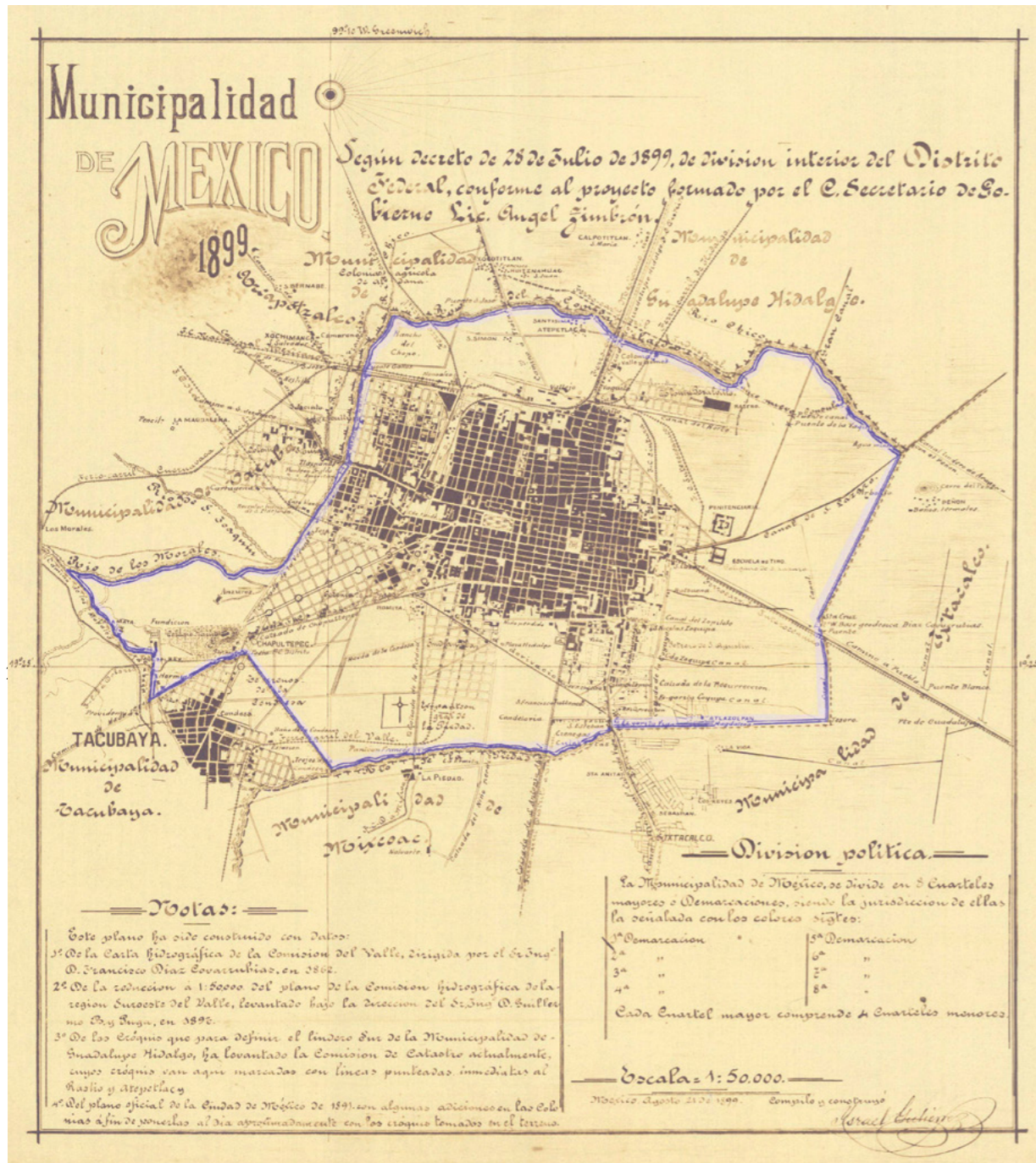
De las estadísticas del Porfiriato, a partir de los censos de 1895 y de 1900, se observa un enorme crecimiento en el número total de edificios, el cual ascendió de 2 104 860 a 3 038 843. Dicho incremento seguramente presentaba diferencias en el levantamiento de los datos, pues en 1895 se construyeron sólo 22 932 casas, pero que refleja la labor constructiva durante el periodo. Para 1900 se estaban edificando 23 586, y para 1910 se reportarían 3 143 652 edificios en general, aumento más realista si se compara con el de 1900. Para fines del Porfiriato, la labor constructiva disminuyó, pues en 1910 se estaban realizando tan sólo 17 006 casas.<sup>60</sup>

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. Auge que tuvo relación con el crecimiento económico de dicho periodo, pues 1896 fue el primer año con superávit fiscal en el México independiente, mientras que para 1905 comenzaría una crisis económica que frenaría la construcción privada, aun cuando la obra gubernamental, apoyada en los todavía altos ingresos fiscales, descendería poco hasta 1910. Katzman sostiene que de los edificios importantes, realizados entre 1810 y 1910, dos terceras partes fueron construidos en los últimos veinte años.<sup>61</sup> Esto 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 y creció hasta 1908, cuando alcanzaría su punto máximo para luego descender.<sup>62</sup>

De esta manera, se podría afirmar que desde la consolidación del Porfiriato (después del periodo de Manuel González) la labor constructiva empezó a crecer, pero su auge sería más marcado durante los últimos años del siglo XIX. Con la llegada del nuevo siglo, la edificación pública se incrementó de manera notable, concentrándose principalmente en la Ciudad de México<sup>63</sup> y, a pesar de que en 1905, a partir del deterioro de la economía, así como en la recaída de 1907,<sup>64</sup> la construcción privada disminuyó, la realizada por el Gobierno decrecería poco hasta 1910.<sup>65</sup>

Este auge constructivo, aunque focalizado, no se circunscribió solamente a la Ciudad de México, sino que fue compartido por algunas otras ciudades importantes donde el Gobierno, de manera general, construía escuelas y hospitales. Además, 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 realizó el nuevo mercado de San Juan y el Monte de Piedad. Para fines del Porfiriato, con la renovación del puerto de Veracruz se aceleraba su crecimiento demográfico y la ciudad comenzaría a expandirse con la realización de 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 construida por Pearson & Son Ltd., almacenes fiscales, la remodelación de la Jefatura de Hacienda, cárceles, el Teatro Dehesa, hospitales y colegios.<sup>66</sup>

En cuanto a la Ciudad de México, su población se duplicaría de principios del Porfiriato, cuando rondaba los 200 000 habitantes, a 1910 cuando vivían en ella 471 066 personas.<sup>67</sup> De 1888 a 1910, la población de la capital se incrementó en un 95.37%, tasa mucho mayor que la nacional que fue en el mismo periodo de 68.44%. Este crecimiento necesariamente se reflejaría en los niveles de construcción de vivienda y en los límites de la ciudad, los cuales se agrandaron de manera rápida, pasando de 8.5 km<sup>2</sup> en 1858 a 40.5 km<sup>2</sup> en 1910, superando notoriamente el importante crecimiento de la población.<sup>68</sup> Katzman sostiene que, durante el Porfiriato, la Ciudad de México casi quintuplicaría sus dimensiones. El número de construcciones en la ciudad 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 estos 28 años casi se triplicó la cantidad de construcciones.<sup>69</sup> Sin embargo, la ciudad no sólo experimentarían una gran expansión, sino que para el paso del siglo XIX al XX cambiaría su estructura física y social.<sup>70</sup>



Municipalidad de México, 1899 © SAGARPA. SIAP. MMOB. 2617-OYB-725-A

La mayor disponibilidad y necesidad de mano de obra, el desplazamiento en la dirección de las obras constructivas de los ingenieros militares por ingenieros civiles o arquitectos, el comienzo del impulso gubernamental y la pacificación finalmente del país generó que este auge constructivo pudiera basarse en mano de obra asalariada, la cual contaba en 1895 con 49 594 trabajadores que laboraban en la construcción, quienes para 1900 eran 62 997 y llegarían a 74 703 para 1910.<sup>71</sup> Aun 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.<sup>72</sup>

### Casos de edificación

La urbanización de la Ciudad de México junto con el crecimiento del comercio fomentaron la creación de diversos mercados. Si en 1877 solamente existían ocho mercados, 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; en 1880 se comienza el de La Merced, que no sería terminado sino hasta 1888. En 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 incrementar 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;<sup>73</sup> en 1903, se terminaba el de la Lagunilla, también realizado por Canseco, y en 1908 el de Morelos en Tacuba.<sup>74</sup>

En 1893, se realizaba el rastro de San Lucas, cuya construcción fue contratada con Francisco Blanco. La obra fue dirigida por el ingeniero arquitecto Antonio Torres Torija y se concluyó en 1895, aunque sufriría algunas transformaciones diez años después. A principios del nuevo siglo, prácticamente se volvía a construir el rastro de Peralvillo, aun cuando los trabajos comenzarían desde 1902, sería a fines de 1904 cuando el Distrito Federal, a través del director de Obras Públicas, ingeniero civil Roberto Gayol, firmaría un contrato con la empresa La Internacional para concluir la obra, la cual fue realizada por el ingeniero estadounidense Luis Brown y comenzó a funcionar en 1905, pero sería ampliada dos años después.<sup>75</sup>



Penitenciaría de Lecumberri, 1882-1900

Para 1880, la cárcel de Belén se encontraba rebasada por el número de internos cuyas condiciones no eran las óptimas debido también a problemas de inseguridad, por lo que desde esa época se buscaba la construcción de una nueva cárcel y para ello se propuso una lotería que la financiara. En un principio se pensó adaptar el convento de Tepotzotlán para tal fin, pero después se solicitaron diversos proyectos para la construcción de un edificio especialmente diseñado, entre los cuales sería elegido, por una comisión especial, el presentado por el ingeniero arquitecto Antonio Torres Torija en 1882, mismo año en el que comenzarían los trabajos. El contratista de la nueva penitenciaría de Lecumberri fue Porfirio Díaz hijo y los directores de la obra fueron, primero, los ingenieros militares Miguel Quintana y Carlos Salinas, y posteriormente, el arquitecto e ingeniero civil Antonio M. Anza. Finalmente, la obra

sería inaugurada en septiembre de 1900.<sup>76</sup> También en otras ciudades se construyeron penitenciarías, como la de San Luis Potosí, terminada, en parte, en 1894, y totalmente hasta 1904.<sup>77</sup> Otra se realizó en Mérida, Yucatán, en 1895. Todas, después de un edificio de acceso, alojarían a los presos en un edificio radial con varias galerías bajo el sistema de panóptico de moda en la época. Por otra parte, ya en 1899 se había inaugurado el Palacio de Justicia de Belén a la vez que continuaban las obras de adaptación del ex convento de la Enseñanza para que alojaran de una mejor manera los tribunales de la ciudad que ya estaban instalados en él.<sup>78</sup>



Instituto Médico Nacional, construcción dirigida por el Arq. Carlos Herrera © AGN. Propiedad Artística y Literaria. Miret, F. Foto 22

Hacia 1894 se construyó el Hospital del Ferrocarril Nacional Mexicano, dentro de la Estación Colonia.<sup>79</sup> En 1896, se comenzaba la edificación del Hospital General proyectado por el ingeniero civil Roberto Gayol, quien estuvo a cargo hasta 1903 cuando fue sustituido por el arquitecto Manuel Robleda Guerra, quien la terminó 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.<sup>80</sup> El mismo Gayol junto con otro ingeniero civil, Mateo Plowes, realizó el Hospicio de Niños en la calzada de Tlalpan entre 1900 y 1905. Por encargo del Ministerio de Fomento, a través de su Oficial Mayor, Manuel Fernández Leal, desde 1884 ya se había elaborado 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 por fin el lugar, contando ya con los terrenos. Fue proyectado por Salvador Echegaray (al parecer ingeniero militar) y su edificación 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. Finalmente, en 1910, para las fiestas del centenario fue inaugurado el Manicomio General de Mixcoac, mejor conocido como «La Castañeda».<sup>81</sup>

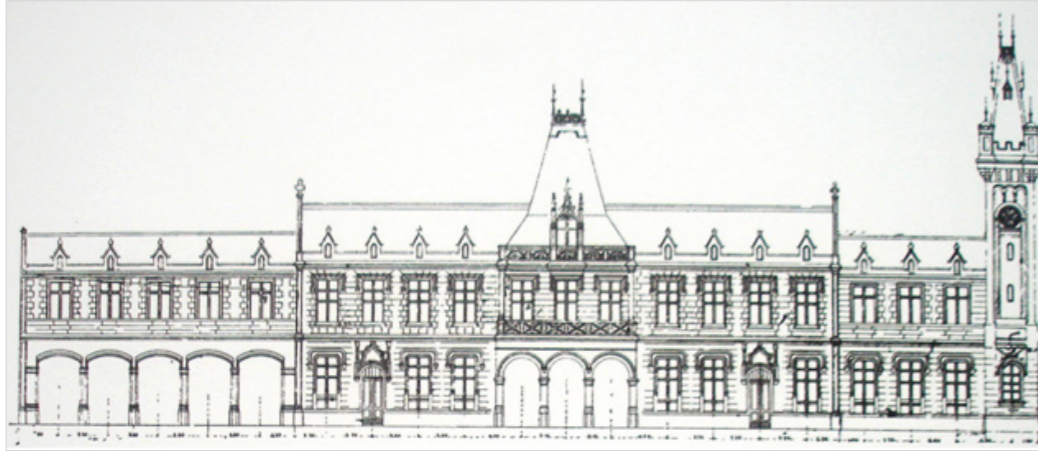


Manicomio General de Mixcoac «La Castañeda»,  
construido por Salvador Echegaray, 1908-1910  
© 1909 CONACULTA. INAH. SINAFO. FN. Fondo Casasola. México



Hospicio de Niños, 1900-1905

Además de las obras nuevas, también se siguieron desarrollando algunos trabajos de remodelación y adaptación de edificios. Para 1880, el antiguo Teatro Iturbide sería modificado para instalar en él la Cámara de Diputados, obra dirigida por los ingenieros arquitectos Mariano Téllez Pizarro y Manuel G. Calderón. El templo de San Agustín fue adaptado para la Biblioteca Nacional y, aun cuando desde 1882 se anunciaba la terminación de los trabajos, ésta se inauguraría hasta abril de 1884 y las obras continuarían por lo menos un año más. 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 primero también construía el Palacio de Cobián en Bucareli que se convertiría posteriormente en la Secretaría de Gobernación.<sup>82</sup> De igual manera, el Palacio del Ayuntamiento de la ciudad era remodelado desde 1880, obra dirigida por el ingeniero arquitecto Antonio Torres Torija y el arquitecto Manuel Gorozpe, quien diseñó la portada en 1907, y la cual sería concluida 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, en ambas obras intervino el arquitecto Federico Mariscal.<sup>83</sup>



Inspección de Policía, de Federico Mariscal, 1905-1908

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.<sup>84</sup> Entre 1905 y 1907, el ingeniero de caminos Isidro Díaz Lombardo realizó las oficinas de Ferrocarriles Nacionales en esa zona.<sup>85</sup> En ese último año, también sería inaugurado el bello edificio de Correos, proyectado por el arquitecto italiano Adamo Boari y las obras dirigidas por el ingeniero militar Gonzalo Garita,<sup>86</sup> quien también estaría a cargo de la construcción de la Secretaría de Comunicaciones diseñada por otro arquitecto italiano, Silvio Contri, la cual sería terminada hasta 1911.<sup>87</sup> 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, el cual después se conocería como Palacio de Bellas Artes.<sup>88</sup>

En diversas ciudades importantes del país, también se construyeron sus respectivos teatros. En 1894, se inició la construcción del imponente Teatro de la Paz en San Luis Potosí, diseñado por José Noriega con cúpula metálica e inaugurado en 1904. El mismo Noriega construyó, junto con Antonio Rivas Mercado, el Teatro Juárez en Guanajuato y que fue inaugurado en 1903. Poco después, en la capital de Oaxaca es levantado el Teatro Macedonio Alcalá, concluido en 1909 por el ingeniero militar Rodolfo Franco.<sup>89</sup>



Edificio de Correos proyectado por el arquitecto Adamo Boari © CXCII-98 CONACULTA. INAH. FCR-V Fondo Contemporáneo. México



Ing. Militar Gonzalo Garita, director de las obras, al colocar la primera piedra



Construcción del Teatro Nacional (Palacio de Bellas Artes) © A2, TXIII, M-575 CONACULTA. INAH. FCR-V. Fondo Antigo. México



Edificio de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas diseñado por el arquitecto italiano Silvio Contri y en la dirección de las obras el ingeniero militar Gonzalo Garita  
© 122583 CONACULTA. INAH. SINAFO. FN. Fondo Casasola. México

272

En 1896, el Gobierno acordó que los edificios que habían sido utilizados como garitas en la Ciudad de México pasaran a ocuparse como escuelas por lo que se efectuaron 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.<sup>90</sup> Para el cambio de siglo, quedaba terminada la Escuela de Sordomudos, 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.<sup>91</sup> En 1908, se terminó la construcción del Observatorio de Tacubaya en el cual se instalaron los aparatos pertinentes y se inició la construcción de la Escuela Normal, la cual fue contratada con Porfirio Díaz hijo.<sup>92</sup> 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.<sup>93</sup>

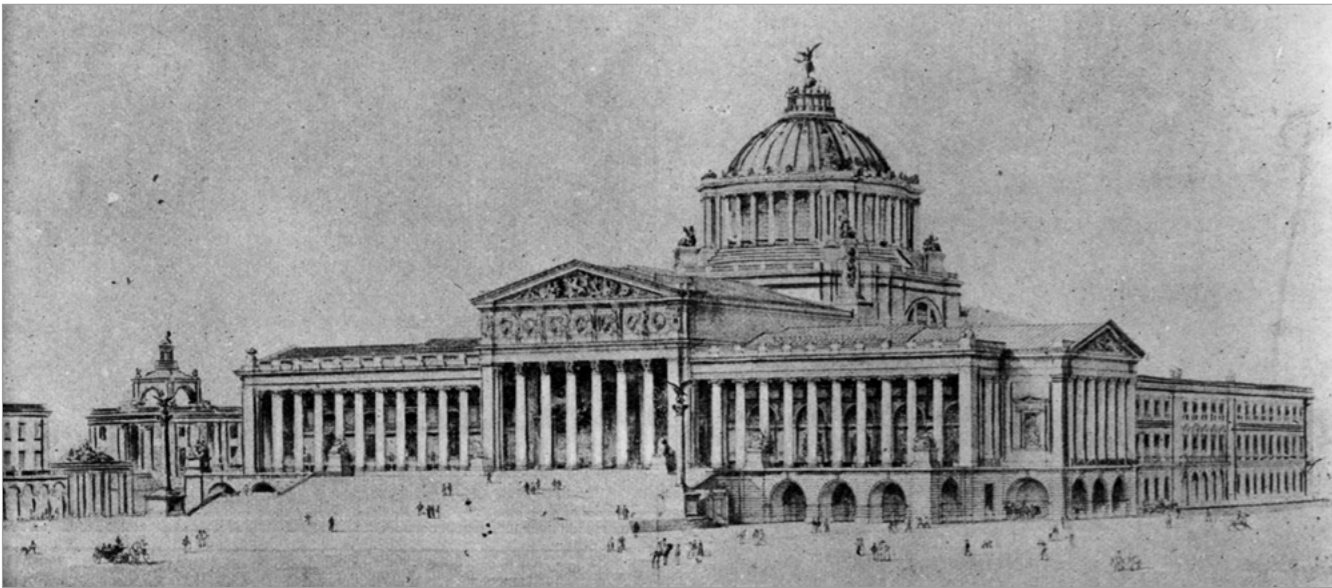


Instituto Geológico Nacional, cuyas obras fueron dirigidas por el arquitecto Carlos Herrera  
© AGN. Propiedad Artística y Literaria. Duhart, H. Foto 13

En 1897, la Secretaría de Comunicaciones abrió un concurso internacional para la construcción del Palacio Legislativo, se recibieron más de 50 proyectos, pero según el jurado ninguno merecía el primer lugar, no obstante, sería nombrado como «primer segundo lugar» el proyecto del ingeniero civil y arquitecto Adamo Boari, quien ya contaba con cierto prestigio internacional. Aun así, se prefirió encomendar el proyecto al arquitecto Emilio Dondé, pero posteriormente, al parecer, por los enredos generados al no haber un ganador del concurso,<sup>94</sup> el Gobierno decidió contratar al ingeniero francés Émile Bernard para que diseñara el edificio, lo cual llevó a cabo entre 1903 y 1904. Aun cuando se comenzaría con su construcción, no lograría concluirse, por lo que después de la Revolución sería convertido en monumento de ésta misma.<sup>95</sup>

273

Para 1909, un nuevo incendio destruiría la sede de la Cámara de Diputados y, al estar los trabajos del Palacio Legislativo muy atrasados, se convocó a un concurso menos ambicioso, donde sería seleccionado el proyecto del arquitecto Mauricio de M. Campos, construido en el mismo lugar (Donceles y Allende) y terminado rápidamente en 1910, aunque, por los problemas políticos, sería inaugurado hasta el siguiente año, y sería precisamente ahí donde Porfirio Díaz entregara su renuncia.<sup>96</sup>



Proyecto de Palacio Legislativo de Émile Bernard © CXCII-88 CONACULTA. INAH. FCR-V. Fondo Antiguo. Álbum 2. Tomo IV. México



Construcción del Palacio Legislativo (posterior Monumento a la Revolución)  
© DCXIII-93 CONACULTA. INAH. FCR-V. Fondo Antiguo. Álbum 2. Tomo IV. México

### Auge de los negocios inmobiliarios

Continuando con la polarización urbana, de manera general, la expansión y modernización de las ciudades se dio de forma desigual. En particular, el caso de la Ciudad de México ha sido resaltado por Mansilla Menéndez, y el de Veracruz por Connolly, donde se desarrollaron los nuevos asentamientos de las clases altas y bajas en secciones separadas de la ciudad y en condiciones muy diferentes.<sup>97</sup> En la Ciudad de México, las nuevas colonias siguieron el patrón de zonificación de clases tradicional; así, al oriente éstas se construyeron para las clases populares sin comunicaciones adecuadas ni con los servicios mínimos, como las colonias la Bolsa, Santa Julia y Romero Rubio, además de que se siguieron fraccionando lotes para albergar a más habitantes.<sup>98</sup> 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, mucho más espaciosas y con mayores áreas verdes, por lo que, a pesar de no tener una población muy grande, sería en esta zona donde se daría la mayor expansión de la ciudad.<sup>99</sup>

Aun cuando en 1875 se habían expedido algunas medidas para controlar la formación de 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 usualmente no eran acatadas. Por otra parte, desde 1823, las leyes mexicanas impedían a los extranjeros la adquisición de bienes raíces sin tener la residencia en el país.<sup>100</sup> Sin embargo, a partir del gobierno de Manuel González, esta situación cambiaría cuando Salvador Malo, quien había obtenido la concesión para realizar la colonia La Teja, la vendió con todo y terrenos a The Mexico City Improvement Company en 1883, la posesión de los bienes raíces de esta compañía norteamericana fue ratificada por el Ministerio de Fomento ese mismo año, con lo cual empezaba la importante intromisión de empresas con capital extranjero, principalmente norteamericano, en los negocios inmobiliarios de la ciudad.<sup>101</sup>

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 ochenta propiciaron el incremento del valor de los terrenos y el consecuente aumento en el precio de los inmuebles, lo cual daría

un fuerte impulso a los negocios inmobiliarios que ya se venían desarrollando. El valor inmobiliario de la ciudad que en 1877 se estimaba en 66 millones, para 1892 se elevaría a 118 millones, lo que representó un incremento de 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 su valor espectacularmente lo que fomentaba la especulación. Por ejemplo, el valor de los terrenos del Paseo de la Reforma pasó de 1.5 pesos el metro cuadrado en 1872 a 25 pesos en 1903, o sea, se incrementó 16 veces en treinta años, mientras que los terrenos de Santa María la Rivera, que en un principio se vendían en 0.27 pesos por metro cuadrado, alcanzaron los 15 pesos en 1902, es decir, tuvieron un incremento de 55 veces en 40 años.<sup>102</sup>

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 qué colonias se autorizaban y cuáles no. También era habitual que los funcionarios ocuparan su posición privilegiada para tener ventajas de información y de oportunidades para especular con los terrenos que se compraban a bajo costo para después revenderlos a altos precios cuando, ayudados por el Ayuntamiento, se urbanizaban.<sup>103</sup>

Para 1880 se construían casas de campo en el Paseo de la Reforma,<sup>104</sup> ya estaba completamente establecida la colonia 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 fundaba la colonia del Paseo, y en 1899, la Peralvillo, Ampliación Guerrero, Ampliación Santa María y el Cuartelito, y en 1900, la Viga. En 1899, se decreta que la municipalidad de México comprendía aproximadamente lo que anteriormente se consideraba como los límites de la Ciudad de México, pero ampliándose hacia el oriente. En esta zona se construirán algunas de las edificaciones que no habían tenido muy buena acogida en la región poniente de la ciudad, como la penitenciaría, el rastro y la escuela de tiro, además de que se empezaron a desarrollar

también algunas colonias en esta zona. Con el nuevo siglo, la aparición de nuevas colonias se aceleraría, pues tan sólo entre 1900 y 1910 se crearían veintiocho colonias,<sup>105</sup> como la Roma, la Condesa<sup>106</sup> y la Bolsa en 1902, la Nueva del Paseo en 1903, la Cuauhtémoc en 1904, la Scheibe en 1905, la Juárez, la del Valle, la Teja, del Paseo, la Americana (o de Bucareli) y de la Viga en 1906, la Romero Rubio en 1907, la Escandón en 1909 y la del Chopo en 1910.<sup>107</sup> Rodríguez Kuri menciona la fundación de 33 colonias entre 1882 y 1910.<sup>108</sup>

En estos negocios inmobiliarios participaban aquellos encargados del gobierno de la ciudad, como Guillermo de Landa y Escandón, 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 cual les permitía utilizar éstos como financiadoras de los nuevos fraccionamientos.<sup>109</sup> De igual forma, estos accionistas invertían en otras áreas, aunque no totalmente desligadas de las cuestiones urbanas y de los negocios inmobiliarios, como el desarrollo de tranvías. Aun cuando estos negocios eran generalmente realizados más por abogados que por ingenieros, estos últimos no eran totalmente ajenos, pero sin ocupar, como sucedía en el Gobierno, las posiciones principales como la toma de decisiones en los negocios, los cuales eran dirigidos por el grupo de financieros-burócratas.<sup>110</sup>

En 1897, se promulgó la primera Ley General de Instituciones de Crédito con la cual surgieron varios bancos,<sup>111</sup> principalmente de capital norteamericano y francés, aunque algunos miembros del grupo de financieros nacionales formarían parte de sus consejos de administración. Estos bancos serían los primeros en vincularse al negocio inmobiliario y a las instituciones de crédito. Posteriormente, cuando los bienes raíces aseguraban significativas ganancias, se incorporarían los bancos más importantes. En los primeros seis años del siglo XX, los negocios inmobiliarios se incrementaron. Se proyectaban y construían varias colonias importantes, al mismo tiempo, se estaba 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 portafolieros y capitalistas extranjeros. Todo esto coincidía también con el periodo en el que los funcionarios del Gobierno del

Distrito Federal y del Ayuntamiento de la Ciudad de México comenzaron a ser inamovibles.<sup>112</sup>

El proceso de fusión de estas diversas compañías inició en 1904, cuando el Banco Mutualista y de Ahorros fue integrado al Banco Americano; dos años después, a partir de la fusión de la Compañía Mexicana de Cemento Portland, la Compañía General de Pavimentación,<sup>113</sup> y Pimentel y Hermano, se creó la Compañía Bancaria de Obras y Bienes Raíces; por último, en 1907, el Banco Americano cedió 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 Distrito Federal 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 Compañía Bancaria de Obras y Bienes Raíces contaba con varios fraccionamientos<sup>114</sup> y desarrollaría posteriormente otros, así como participaría de manera importante en las obras de urbanización, lo cual la convirtió en la primera compañía de su tipo no sólo en la Ciudad de México sino de todo el país.<sup>115</sup>

278

Tomando como ejemplo el caso más notorio de los usuales conflictos de intereses: José Ives Limantour, quien además de secretario de Hacienda era socio de la Compañía Bancaria y de Bienes Raíces, utilizaba dicha compañía para desarrollar diversos fraccionamientos urbanos e incluso para fundar 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 pública la obra, Limantour compró casi toda esa área y después vendió los terrenos 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 Distrito Federal.<sup>116</sup>

Uno de los primeros intentos por organizar la expansión urbana se dio con el establecimiento de las Reglas para Admisión de Nuevas Colonias de 1903, que estipulaban que los fraccionadores debían contar con la aprobación

del Ayuntamiento, realizar las obras de saneamiento y de agua potable, así como la pavimentación de las calles<sup>117</sup> y destinar un 10 % para áreas verdes; las calles no debían ser menores a 20 metros de ancho y tenían que ser cedidas gratuitamente. No obstante, en el informe de 1906 sobre las colonias del Distrito Federal de la Dirección General de Obras Públicas, realizado por el ingeniero arquitecto Antonio Torres Torija, sólo existían 6 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.<sup>118</sup> 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 con una planeación urbana, principalmente por la participación de las autoridades en esos mismos negocios y del inevitable conflicto de intereses, «ya que quienes debían aplicar ese reglamento como gobierno, lo violaban como particulares.»<sup>119</sup>

### Trabajos de urbanización y pavimentación

279

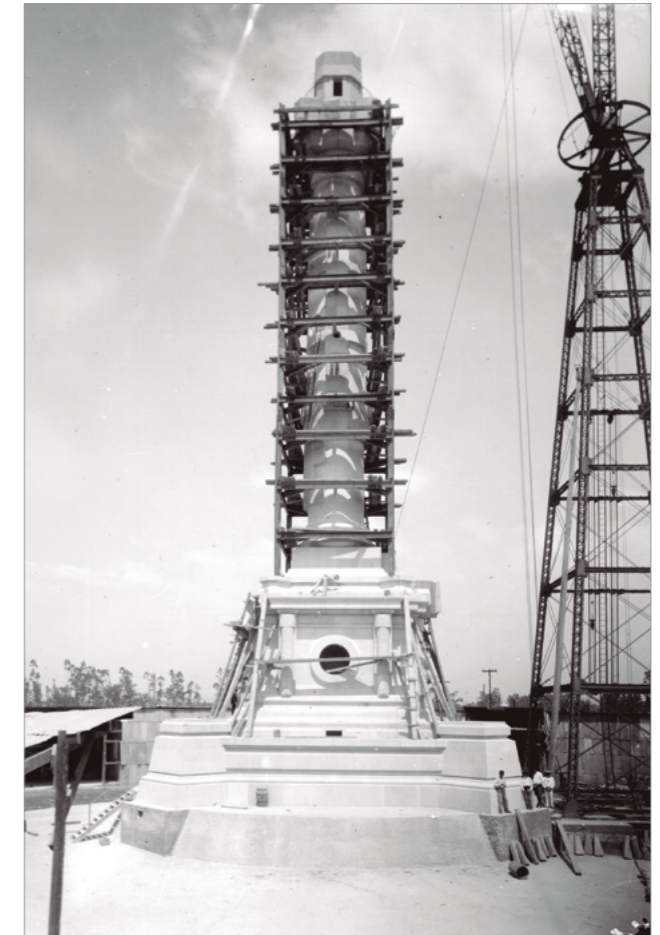
Acerca de la cuestión de la pavimentación, a principios del Porfiriato, si bien la mayor parte de las calles estaban empedradas, se comenzaba a experimentar con gran diversidad de materiales desde adoquines «truncopiramidales», de basalto y de madera, hasta ladrillo, ladrillo vitrificado, concreto y, posteriormente, asfalto.<sup>120</sup> La introducción de nuevos materiales para pavimentación y su diversidad generó diversos estudios, acerca de los cuales se publicaron varios artículos en los *Anales de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos*: en 1886, se habla de una nueva clase de pavimentos; en 1889, se presentan 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. Para 1889, la mayoría de las pavimentadoras solicitaban la eliminación del adoquinado de madera por su poca durabilidad.<sup>121</sup>

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,<sup>122</sup> la cual realizaba por subcontrato muchas de las obras de las otras pavimentadoras, principalmente la Empresa de Pavimentos de la Ciudad de México,<sup>123</sup> además de que estaba vinculada con The Barber Asphalt Paving Company a la cual absorbería poco después.<sup>124</sup> 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.<sup>125</sup>

A pesar de la gran variedad de materiales, para la última década del siglo XIX, las autoridades se inclinaban por los adoquines de asfalto comprimido y, por esta razón, otorgaron en 1891 a la Compañía de Pavimentos de Adoquines de Asfalto la concesión para pavimentar 146 mil metros cuadrados hasta 1900, por lo cual se construyó una fábrica de estos adoquines en la ciudad.<sup>126</sup> En 1899, el Ayuntamiento lanzó una convocatoria para la repavimentación de la ciudad y con base en ella se realizaron dos contratos, uno con la Barber Asphalt Paving Co. y otro con The Neuchatel Asphalt Company Limited, de 50 calles en las que se debía aplicar el sistema de lámina de asfalto. Para 1903, cuando el Ayuntamiento cesa en estas labores a ambas compañías, habían construido 55 calles, la primera, y 33, la segunda.<sup>127</sup> En los últimos años del Porfiriato, se creó 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 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.<sup>128</sup>

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.<sup>129</sup> A pesar de estos trabajos, 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, aunque algunas eran empedradas e incluso otras se rehabilitaron con las losas que se habían quitado de las calles céntricas.<sup>130</sup>



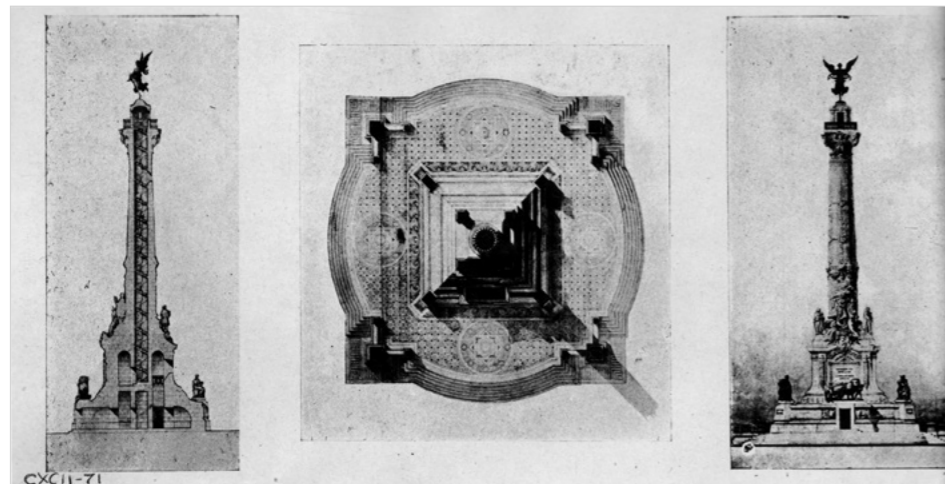
Construcción  
de la Columna  
a la Independencia  
© 2602 CONACULTA. INAH.  
SINAFO. FN. México

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 Cuauhtémoc, el cual sería ganado por el ingeniero civil

Francisco Jiménez. Posteriormente, se encargó a los diversos estados de la república que enviaran dos esculturas de sus liberales destacados, las cuales serían colocadas a lo largo de la misma calzada de Reforma. Para 1900, el Gobierno encargó al ingeniero arquitecto Antonio Rivas Mercado<sup>131</sup> el proyecto y la construcción de un monumento a la Independencia (largamente deseado), después de problemas de hundimientos de la estructura, ésta fue desarmada para corregir el problema y vuelta a levantar. La columna sería inaugurada para 1910, y también se develarían en las mismas fiestas del Centenario la estatua de Humboldt y el Hemiciclo a Juárez.<sup>132</sup>

Para ofrecer una solución adecuada al saneamiento de la ciudad, y ya que las dos nivelaciones anteriores no concordaban, el Ayuntamiento decidió encargar una nueva nivelación al ingeniero civil Roberto Gayol (quien también tendría que diseñar el desagüe interno de la ciudad), la cual fue 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. En este último año, el ingeniero de caminos Gabriel M. Oropeza presentó un artículo en la Sociedad Científica Antonio Alzate acerca de las diferentes nivelaciones de la Ciudad de México en el que recopilaba los diferentes datos obtenidos en ellas.<sup>133</sup>

282



Proyecto de Columna a la Independencia © 491799 CONACULTA. INAH. SINAFO. FN. México

## NUEVOS MATERIALES Y TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS

### Introducción de nuevos materiales

Durante el Porfiriato se fueron incorporando nuevos materiales provenientes del extranjero, lo cual afectaría los métodos constructivos tradicionales. En gran parte, fomentado por el anhelo de modernización y la intensa actividad constructiva nacional, se fueron introduciendo estructuras metálicas, cemento y, posteriormente, concreto armado. Esto permitió salvar claros de mayores dimensiones por lo que comenzaron a hacerse comunes edificios con una «esbeltez nunca antes vista».<sup>134</sup> De esta manera, se realizaron edificios más apropiados a las actividades que se estaban desarrollando, con espacios interiores más amplios para las nuevas industrias, almacenes y oficinas.

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.<sup>135</sup> También los tradicionales cerramientos de puertas y ventanas hechos con dinteles de piedra o madera pasarían en este periodo a realizarse en fierro. En la década de 1880, sería común el uso de viguetas o incluso de rieles de ferrocarril en los techos,<sup>136</sup> también junto con láminas acanaladas, sistema que sería muy recurrido hasta la Revolución.<sup>137</sup> De igual forma, ya para principios del siglo XX, los refuerzos para muros para soportar empujes horizontales dejaban 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 recurriría 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.<sup>138</sup>

En el Porfiriato se continuó con la elaboración de estructuras metálicas no muy complejas, principalmente quioscos. Uno se levantó en la plaza mayor de la Ciudad de México en 1878, al que le seguirían otros en diversas ciudades como Querétaro, Puebla, Guadalajara, Aguascalientes y Córdoba.<sup>139</sup> 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

283



fue instalado en la Alameda Central y en 1900 trasladado 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.<sup>140</sup>

Poco a poco se fueron proyectando edificios más ambiciosos, y sería a partir de la década de 1880 cuando se comenzarían 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 de Hierro de los ingenieros-arquitectos Hidalgo, 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 generalizaron, entre los más destacados durante la primera década estarían el Palacio Legislativo, el de Correos y la Secretaría de Comunicaciones, cuyas armaduras fueron contratadas con la firma estadounidense Milliken Brothers; también contaban con estructura metálica La Mutua, La Mexicana, la Cámara de Diputados y el Teatro Nacional (Palacio de Bellas Artes). En estas construcciones participarían principalmente ingenieros y arquitectos extranjeros, así como algunos ingenieros militares como Gonzalo Garita y Alberto Robles Gil, quien construiría también un torero con estructura metálica en la Condesa.<sup>141</sup>

La sustitución de la madera por el fierro también se dio en los emparrillados de cimentación, no con muy buenos resultados en un principio, como ya se trató,<sup>142</sup> pero el nuevo material se introdujo posteriormente en otros cimientos de edificios importantes, 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.<sup>143</sup>

En lo que toca al cemento, inicialmente éste se ocupó más en recubrimientos que en concreto armado. La primera utilización de cemento Portland de que se tiene referencia fue la de la banqueta anular que rodearía el zócalo del monumento de la Independencia en 1876, el cual no llegó a realizarse. El primer uso de cemento en una obra importante sería en el túnel de Tequixquiac. En 1885, Luis Espinosa sustituyó la mampostería ordinaria de la cubeta o parte inferior

del túnel con «dovelas de piedra artificial», es decir, de concreto.<sup>144</sup> En 1883, al ser contratadas las obras de dicho túnel con la Read & Campbell, se especificó que la bóveda sería pegada y aplanada con cemento. Debido a su versatilidad, ventajas en costo, fácil almacenamiento y distribución, en corto tiempo (para el cambio de siglo), el cemento tendría una gran demanda, principalmente en aplanados, para fabricar mosaicos y granito artificiales.<sup>145</sup>



Joyería La Esmeralda  
1890-1892,  
del ingeniero  
arquitecto Eleuterio  
Méndez

Desde principios del siglo XX, se comenzó a tratar de promover la utilización del concreto armado mediante la asociación de la empresa que representaba a Hennebique<sup>146</sup> en México con el ingeniero naval Miguel Rebolledo,<sup>147</sup> el coronel de ingenieros Fernando González y el brigadier Ángel Ortiz Monasterio, pero a pesar de sus esfuerzos para promover su empleo, en los

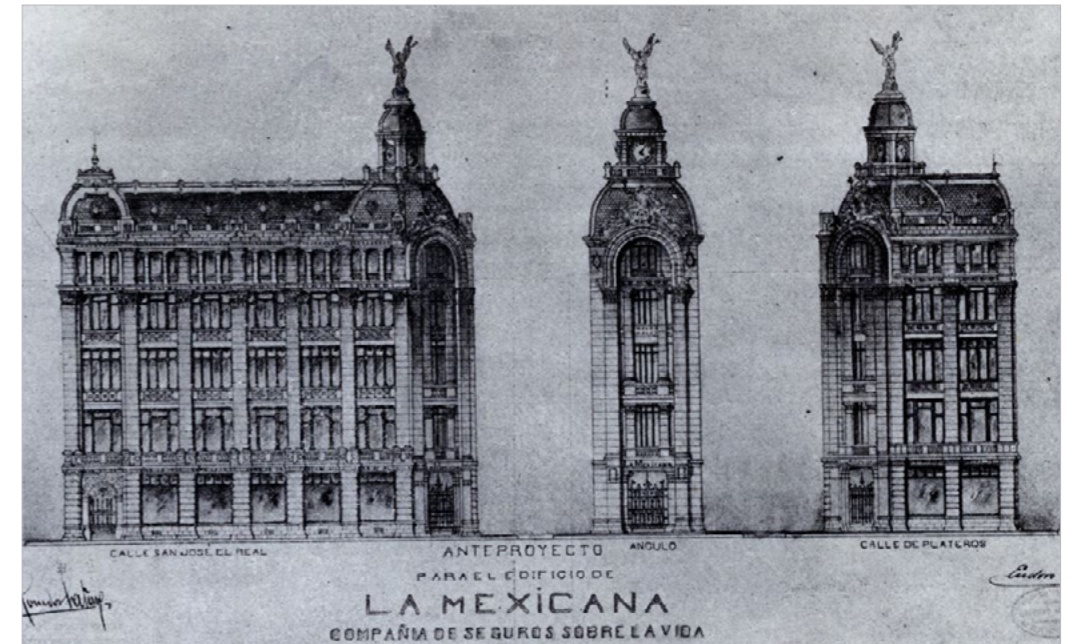
primeros dos años no lograron ninguna obra importante. Fue a partir de un contrato con el ingeniero arquitecto Manuel Sánchez Facio cuando se efectuaría el primer trabajo mediante dicho sistema, un modesto sótano de una pequeña casa comercial en la esquina de las calles de París y Artes en 1903. Al año siguiente, el arquitecto Nicolás Mariscal, con la colaboración de Miguel Rebolledo, realizó los cimientos de la Secretaría de Relaciones Exteriores así como la totalidad del edificio del Banco Agrícola mediante concreto armado.<sup>148</sup>



Estructura metálica del Palacio de Comunicaciones

286

A partir de estos trabajos, el concreto armado se empezaría a utilizar en otras construcciones como la del Acueducto de Xochimilco en 1905 que llevaba agua potable desde Nativitas y Santa Cruz hasta la Ciudad de México, siendo la tubería (de metro y medio de diámetro) de concreto armado. Para fines del Porfiriato, el arquitecto Manuel Gorozpe proyectó la iglesia de la Sagrada Familia<sup>149</sup>, construida junto con Miguel Rebolledo con una estructura sumamente ligera de concreto armado. Los asociados de los representantes del sistema de Hennebique en México, en especial Miguel Rebolledo, realizaron diversos escritos y conferencias para popularizar el concreto reforzado en México. También la Escuela Nacional de Ingenieros se interesó por este nuevo sistema y estableció, a propuesta del entonces alumno Modesto Rolland, «academias libres de concreto armado».<sup>150</sup>



Proyecto para el edificio de «La Mexicana»  
© CXCII-91 CONACULTA.  
INAH. FCR-V. Fondo Antiguo.  
México

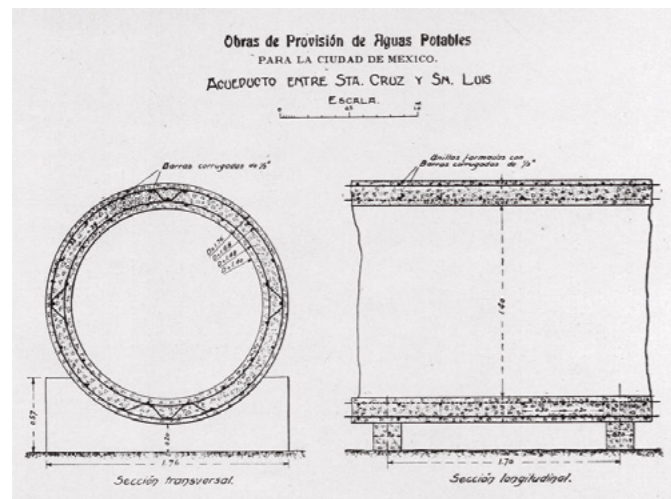


Edificio de «La Mexicana»  
© CXCII-96 CONACULTA.  
INAH. FCR-V. Fondo Antiguo.  
México

De manera general, conforme se acerca el fin de siglo, la introducción de nuevos materiales provocó que se les pusiera una mayor atención, encontrando diversas discusiones y comentarios sobre sus ventajas comparativas. Como ya se ha explicado, se produjo una gran variedad de materiales para pavimentación: para 1883, aparecía correspondencia en la Escuela de Bellas Artes acerca de un nuevo material de construcción;<sup>151</sup> también se publicaron diversos estudios acerca de la cuestión de los materiales, en 1898 en los *Anales de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México* se presentó un procedimiento para aumentar la duración de la madera por el ingeniero civil José Covarrubias, mientras que en 1903 el arquitecto Adrián Téllez Pizarro publicaría su obra *Materiales en la Construcción*.<sup>152</sup>

Como se ha visto,<sup>153</sup> 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, y para fines de siglo por fin la Escuela Nacional de Ingenieros había podido establecer su propio gabinete, lo que llevaría a conocer las propiedades mecánicas de los materiales y a analizar las construcciones mediante métodos analíticos que permitían calcular su resistencia. De esta forma, para 1905 Roberto Gayol presentó, también en los *Anales* de la AIAM, un cuadro de resistencia de materiales de construcción formado bajo su dirección.

288



Acueducto de concreto armado para la provisión de agua potable

## Abastecimiento de materiales

Hasta finales del siglo XIX no se contaba con una industria metalúrgica apropiada, pues se producía sólo hierro dulce y se refundía material, además de que se enfocaba principalmente en la producción de utensilios.<sup>154</sup> La falta de una industria metalúrgica apropiada contribuyó a que la introducción del ferrocarril no produjera encadenamientos importantes en el sector industrial porque, aun 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 y ahorrarse de esta manera la necesidad de subvencionarlos. La industria del hierro era aún muy básica, por lo que no solamente la maquinaria, sino también los rieles y diversidad de piezas tuvieron que ser importados.<sup>155</sup> Esto obligó a las empresas ferroviarias, en un principio, a tener grandes inventarios y, después, a realizar en sus talleres las reparaciones, fabricación y refundición de una gran gama de productos.<sup>156</sup>

También en el caso de la industria de la construcción, el uso del fierro estructural se dio varias décadas antes del desarrollo de una industria metalúrgica capaz de satisfacer dicha demanda por lo que la mayoría tuvo que ser traído del extranjero, lo cual representó la importación de una gran cantidad de elementos metálicos para techos, puentes y estructuras.<sup>157</sup> Los techos de armadura metálica eran ocupados en mercados, la penitenciaría y otros edificios, como el rastro de San Lucas del D.F. donde fue contratada la Parity Jail Building Company. También se construyeron edificios completos mediante estructuras metálicas importadas como diversos quioscos y el Museo del Chopo.<sup>158</sup>

289

Más allá de diversas herrerías que se habían venido fundando, en 1900 se creaba la Compañía Fundidora de Fierro y Acero de Monterrey con altos hornos modernos de gran capacidad, la cual iniciaría sus trabajos en 1903 y llegaría a producir 72 mil toneladas para 1910,<sup>159</sup> contando con un taller de laminación capaz de producir viguetas y rieles de acero, así como otro para fabricar varillas. Esta compañía, en poco tiempo sería líder en producción de fierro y acero, empezando a abastecer parte de la demanda nacional, en gran medida, gracias a esta empresa, la producción siderúrgica triplicó su valor de 1904 a 1909.<sup>160</sup> Para

1906, el mercado Morelos en Celaya, Guanajuato, fue construido ya con acero de la Fundidora Monterrey, y posteriormente, con la creación de Ferrocarriles Nacionales por parte del Gobierno, se le otorgaron a esta compañía contratos para comenzar a fabricar rieles, lo que sería interrumpido por la Revolución.<sup>161</sup> A pesar del crecimiento de la industria metalúrgica nacional, la demanda sería tan grande que se continuaría adquiriendo una gran parte en el exterior. Las importaciones, tanto de vigas como de láminas de hierro, se incrementarían a lo largo del Porfiriato y alcanzarían sus máximos alrededor de 1907 y 1908, llegando las primeras a más de 38 500 toneladas y las segundas a 18 873 toneladas. También sería 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.<sup>162</sup>

Al contrario de lo que sucedió con las primeras estructuras metálicas que tuvieron que ser importadas, al introducirse el concreto armado, a principios ya del siglo XX, la industria nacional ya estaba en condiciones de satisfacer en parte las necesidades de varillas. Así, cuando en 1904 el arquitecto Nicolás Mariscal y el ingeniero naval Miguel Rebolledo realizaron la ampliación de la Secretaría de Relaciones Exteriores, pudieron recurrir ya a fierro realizado en México en las fábricas Las Delicias y Elcoro, aunque todavía no corrugado.<sup>163</sup>

Algo similar que con el fierro sucedería en el caso de los otros nuevos materiales que se estaban introduciendo. El uso del cemento durante el Porfiriato era abastecido desde el exterior, principalmente de procedencia inglesa, pero para el cambio de siglo empezarían 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)<sup>164</sup> que explotaba los yacimientos del estado de Hidalgo y, por último, la Tolteca.<sup>165</sup> En 1906, la Compañía Mexicana de Cemento Portland fundó junto con otros accionistas la Compañía Bancaria de Obras y Bienes Raíces, líder en su ramo por el resto del Porfiriato, y aun cuando en 1909 se desincorporaba la producción cementera de esta última compañía, surgiendo la Compañía Manufacturera de Cemento Portland, los socios principales seguirían perteneciendo al grupo financiero-político porfiriano.<sup>166</sup> 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.<sup>167</sup> También en el caso del vidrio, si bien existían cuatro fábricas de vidrio plano en el país para satisfacer la demanda creciente en las nuevas edificaciones, la mayoría tenía que ser importado.<sup>168</sup>

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 constituyó la Compañía Bancaria de Obras y Bienes Raíces, rápidamente esta compañía vio la necesidad de establecer una planta de asfalto propia, que fue instalada a un costado de la planta de luz de Nonoalco y comenzaría 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.<sup>169</sup>

### Métodos y técnicas constructivos

Aun cuando Katzman señala que el ingeniero arquitecto Mariano Téllez Pizarro fue el primero en sostener que la Ciudad de México se estaba hundiendo y en advertir de sus riesgos, no menciona cuando sucedía esto.<sup>170</sup> Por su parte, el hijo de Mariano, el arquitecto Adrián Téllez Pizarro afirma que ya desde 1885 el arquitecto e ingeniero topógrafo Manuel Rincón Miranda<sup>171</sup> 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.<sup>172</sup> 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 comenzaría 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.<sup>173</sup>

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 donde retoma la idea del hundimiento de la ciudad; como apéndice del mismo estudio, su padre, Mariano, sostendría que con la próxima terminación del desagüe el nivel de las aguas freáticas bajarían y que con esto se incrementarían los hundimientos.<sup>174</sup> Aun cuando no se dio una mayor explicación, efectivamente para 1900 los hundimientos comenzaron a acelerarse y causaron daños a diversos edificios.<sup>175</sup> Los asentamientos debieron ser notables, pues para 1907 «cundió la voz de alarma de que México se hundía», lo cual en los años siguientes generaría una polémica en la prensa nacional, algunos a favor o en contra de la idea, unos más o menos fatalistas.<sup>176</sup>

Al hacerse patente el problema de los hundimientos en la ciudad, se comenzó a plantear 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 las aguas o de manera artificial mediante el sistema de chinampas. Se encontró arena y tepetate en algunas zonas a diferentes profundidades, pero la capa verdaderamente sólida en la zona del centro de la ciudad estaba 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.<sup>177</sup>

Aun cuando se conocían las teorías de Rankine, Coulomb, Boussinesq y Kourdunoff acerca de los suelos, al no adecuarse de manera óptima a las condiciones de la Ciudad de México, los ingenieros llegaban a proponer soluciones propias. Ante la falta de métodos analíticos apropiados, se recomendaba realizar pruebas en el terreno para determinar su resistencia a diferentes profundidades, probando diversas técnicas de consolidación, y después de realizadas las construcciones, medir sus asentamientos con el tiempo.<sup>178</sup>

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 éstos eran diferenciales, por lo que se generaban fracturas e incluso el colapso. Al comenzar a aceptar el hundimiento de la Ciudad de México 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 uniformes posible a lo largo de los edificios.<sup>179</sup>

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. Serían algunos de los más importantes una casa realizada en 1891 por el ingeniero arquitecto Ventura Alcérrecas en la calle de Patoni, núm. 6, y el Jai Alai dirigido por el ingeniero de caminos Manuel Torres Torija en 1896.<sup>180</sup>

En unas cuantas construcciones se siguieron usando pilotes, aunque no con muy buenos resultados. No se tenía una opinión unánime acerca de su funcionamiento, 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 Distrito Federal, 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 asentamientos aún antes de terminar la construcción. También se utilizaron pilotes en la Columna de la Independencia, aunque en un primer intento debió desarmarse por hundimientos y desplomes por lo que se tuvo que volver a erigir. Las malas experiencias 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 ella.<sup>181</sup>

Aun cuando los emparrillados de madera se seguían usando, solamente se recurría a ellos en pocos edificios como en el Hotel Humboldt, construido en 1885 por el ingeniero Manuel Rincón Miranda, y en una casa realizada por el ingeniero de caminos Francisco Serrano en 1898. Pero en los casos en que sí se utilizaron los emparrillados, la madera se fue sustituyendo por fierro, empleándose muchas veces los rieles del ferrocarril, no obstante, 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 cuatro metros de ancho) sobre la cual colocaron un sistema de rieles de fierro a manera de las actuales cadenas de repartición.<sup>182</sup> La Escuela Normal de Profesores, realizada por el ingeniero civil y arquitecto Antonio M. Anza, también fue construida mediante un emparrillado de fierro.<sup>183</sup> 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, en donde también se introdujo el uso de la plataforma de cimentación, la cual consistía en una gruesa capa de cemento Portland (alrededor de dos metros) que cubría toda la superficie por 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. La misma empresa levantó 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<sup>184</sup>, el Palacio de Comunicaciones y el Palacio Legislativo, ambos en 1905.<sup>185</sup>

Durante el Porfiriato se introdujeron otros sistemas nuevos o que no habían sido practicados en México. Uno de ellos fue la utilización de bóvedas inversas, sistema conocido desde el Renacimiento, pero que aquí sería empleado por primera vez por el ingeniero arquitecto Eleuterio Méndez en 1888 en la droguería de la calle del Espíritu Santo.<sup>186</sup> 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. El ingeniero civil y arquitecto Antonio M. Anza, quien al morir el ingeniero militar Quintana, en 1892, se encargó de las obras de la penitenciaría, las cuales sufrían graves hundimientos 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.<sup>187</sup>

En 1904, el ingeniero naval Miguel Rebolledo publicó en la revista *El Arte y la Ciencia* un estudio comparativo entre los diferentes cimientos empleados en el que sostenía las ventajas de su sistema de concreto armado sobre los demás.<sup>188</sup> Ese mismo año, junto con Nicolás Mariscal, Rebolledo realizó los cimientos de la Secretaría de Relaciones Exteriores.<sup>189</sup> También, para fines del Porfiriato, se introduciría otra innovación francesa, el sistema de cimentación mediante «pilotes» Compresol.<sup>190</sup> 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, como afirmaba, a fines del siglo XIX, el ingeniero Oropeza: «De las últimas nivelaciones llevadas á cabo por la Comisión de Saneamiento, deducimos como consecuencia cierta que el suelo de México es incapaz de resistir el peso de los edificios con los sistemas actuales de cimentación».<sup>191</sup> Lo que será ratificado todavía en 1919 por Manuel Francisco Álvarez.<sup>192</sup>

### Introducción de la electricidad

La introducción del alumbrado público fue uno de los servicios que más rápidamente se expandió en el Porfiriato, para lo cual se utilizaron diversos sistemas hasta preferir el eléctrico. El método tradicional de iluminación era por medio de lámparas con distintos tipos de aceites vegetales, pero a mediados de siglo ya se utilizaba la trementina, que es una resina también de origen vegetal. La Academia de San Carlos fue el primer edificio en donde se introdujo este combustible en 1845 por medio de un sistema que lo convertía en gas hidrógeno para después enviarlo a los distintos lugares donde sería encendido para la iluminación.<sup>193</sup> Algunos años después, este sistema se aplicó al alumbrado público mediante una «fábrica» de gas hidrógeno instalada cerca de Bucareli en 1857, que permitió iluminar las primeras calles al poniente de la ciudad por las actuales calles de Madero y Juárez.<sup>194</sup>

Durante el Segundo Imperio se formó la Compañía Imperial de Gas, formada principalmente con capitales británicos, pero asociados con algunos nacionales como Alejandro Escandón. Con la restauración de la República, esta

empresa sería renombrada como Compañía Mexicana de Gas y Luz Eléctrica, aunque en un primer momento optaría solamente por el alumbrado por gas. De esta manera, se instalaron 47 faroles de gas en el Zócalo y, posteriormente, otros tantos en la Alameda y en sus alrededores. Incluso en la colonia de los Arquitectos, en 1870, se sustituían los faroles de aceite por gas.<sup>195</sup> En 1881, dicha compañía firmó un contrato con el Gobierno en el que todavía se contemplaba al gas como la fuente de energía fundamental del alumbrado.<sup>196</sup>

Ya desde 1879, se construyó en Guanajuato la primera planta eléctrica en el país para mover la maquinaria de una fábrica textil en León. Dicha planta, aunque pequeña, representó un paso importante.<sup>197</sup> Para 1880, algunas otras empresas incursionaron 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 que instalaron desde 1881 los primeros focos eléctricos en la Ciudad de México.<sup>198</sup> Para 1883, el Ayuntamiento buscaba sustituir el gas por energía eléctrica en el centro de la ciudad, pero se entabló una discusión entre la compañía y el Ayuntamiento, pues la primera proponía iluminarlo por medio de 56 torres de iluminación, lo cual era criticado por la comisión de alumbrado del Ayuntamiento (integrada por el ingeniero Manuel María Contreras y Andrés Almaraz), que recomendaba que se instalaran 600 faroles eléctricos, por lo que se convocaron a diversos ingenieros para que vertieran su opinión,<sup>199</sup> aunque a final de cuentas no se llegó a ningún acuerdo ni se realizaron los trabajos por falta de recursos.<sup>200</sup>

En 1884 se introducía alumbrado público en Guadalajara. En la Ciudad de México, en 1887, Ignacio Aguirre solicitaba al Ayuntamiento se le concediera la instalación de 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, sin embargo, posteriormente después fue totalmente rechazado por el Cabildo. De igual forma, poco después, Aguirre proponía introducir 1 450 faroles eléctricos para alumbrado público de los que solamente se le aprobaron 300.<sup>201</sup> Por esa época, el sistema de luz eléctrica cubría la parte central de la ciudad y se comenzaba a ampliar hacia el poniente donde se desarrollaban 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.<sup>202</sup> En 1891, se introdujeron 40

lámparas de arco entre el zócalo y la plaza de Reforma, conocida como el Caballito.<sup>203</sup> Por otra parte, sería en 1889 cuando se empezaría a instalar el alumbrado público en Mérida, Monterrey y Veracruz. Para ese mismo 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.<sup>204</sup>

Todavía 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 en 1896 el Ayuntamiento lanzaría una convocatoria internacional para un nuevo contrato de alumbrado de la Ciudad.<sup>205</sup> Pero solamente se presentaron dos propuestas, la de la empresa encabezada por Francisco Espinosa y la de la firma alemana Siemens y Helske, aun cuando la primera presentó una mejor propuesta, más económica y con mayor número de luces, la segunda fue la seleccionada. Por este motivo, Espinosa protestó argumentando 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.<sup>206</sup>

También en 1896 se le otorgó a la Siemens y Helske 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 Helske levantó los postes y el cableado respectivo e instaló una planta generadora termoeléctrica en Nonoalco. Esto demoró las obras catorce meses, por lo que la planta entraría en operación en febrero de 1898. No obstante, ese mismo año, el Ayuntamiento buscaba ampliar el área de la ciudad que gozaba de alumbrado eléctrico y para ello firmó 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, adquiriría los derechos de la Siemens y Helske.<sup>207</sup> 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.<sup>208</sup>

En 1889, se inauguró la central hidroeléctrica de Batopilas, Chihuahua, al parecer la primera del país. En 1896, se comenzó la construcción de la hidroeléctrica de Chapala sobre la cascada de Juanacatlán en Jalisco, la cual entraría en operación en 1901 y transmitiría energía a Guadalajara.<sup>209</sup> En 1897, se realizaba la hidroeléctrica para la fábrica de Río Blanco en Veracruz, tanto en ésta como en Chapala se requirió la construcción de canales de conducción, así como de presas de derivación y de almacenamiento.<sup>210</sup> También se establecieron plantas hidroeléctricas en Madín y Chiluca, entre otros puntos de Tlalnepantla por la Compañía Explotadora de las Fuerzas Hidroeléctricas de San Idelfonso.<sup>211</sup> Aun antes que en éstas, en 1896 se tendió la línea de transmisión de los minerales del Real del Monte, que sería la primera de su tipo 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.<sup>212</sup>

Priscilla Connolly sostiene que en 1900 el empresario Weetman D. Pearson, que estaba realizando las obras en el puerto de Veracruz, se asoció con el ingeniero canadiense A. E. Worswick para extender y electrificar el sistema de tranvías de Veracruz formando la compañía Vera Cruz Electric Light, Power and Traction Ltd. Repitió este proceso en Puebla en 1904 y posteriormente en Tampico, Orizaba y Córdoba.<sup>213</sup> Pero al parecer confunde a Weetman Pearson con Frederik Stark Pearson, quien fue un ingeniero electricista vinculado con la introducción de los tranvías en distintas ciudades. En 1901 Frederick Stark Pearson<sup>214</sup> asociado con capitales ingleses y canadienses constituyó en Ottawa, Canadá, la Mexican Light and Power.<sup>215</sup> Al mismo tiempo, se integra la Societé Necaxa de capital francés que sería adquirida posteriormente por la Mexican Light en 1903, así como la Compañía Mexicana de Electricidad. En 1904, la Mexican Light and Power fue renombrada como Compañía de Luz y Fuerza, la cual bajó las tarifas para presionar a las otras empresas del ramo a vender, por lo que para mayo adquirió a la Compañía Mexicana de Gas y Luz Eléctrica y a la Compañía Explotadora de San Idelfonso. De esta forma, la Compañía de Luz y Fuerza adquirió el control del sistema integrado de producción y distribución eléctrica para alumbrado público y privado, así como de fuerza motriz.<sup>216</sup>

Dentro de la red eléctrica desarrollada por la Compañía de Luz y Fuerza, tenía un papel fundamental la presa Necaxa, que contaba con 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 reducción en los costos de cincuenta por ciento,<sup>217</sup> para el siguiente año se tenía una capacidad instalada total de 31 mil quinientos kilowatts.<sup>218</sup> El diseño y la dirección de las obras recayó directamente en Frederick Stark Pearson con quien colaboraron varios ingenieros extranjeros, algunos de los cuales habían sido sus compañeros en el Tufts College.<sup>219</sup>

## DESARROLLO DE LAS VÍAS DE COMUNICACIÓN

---

### Obra pública en general y olvido de las carreteras

Aun cuando desde mediados de siglo se empezaba a definir conceptualmente la capacidad por parte del Estado para buscar el beneficio común mediante obras de utilidad pública, no fue sino hasta la década de 1880 cuando se pudo disponer de los recursos (generalmente financiados por el extranjero) para realizar efectivamente esa política.<sup>220</sup> Con la renegociación de la deuda externa en 1888, México volvió a ser sujeto de crédito internacional, lo que le permitió emprender las obras públicas que el país necesitaba. Estos recursos eran solicitados directamente por el Gobierno Federal, lo que acentuaría la concentración que ya comenzaba a tener en la realización de estos trabajos.<sup>221</sup>

De manera general, François-Xavier Guerra ha resaltado el papel creciente del Estado en la sociedad, al concentrar cada vez más los recursos (que en la época iban en ascenso), así como la dirección de diversas funciones que caían anteriormente dentro de la esfera municipal o estatal. El Estado iría consolidando su papel como impulsor del desarrollo económico y material del país, continuaría interviniendo en la construcción de ferrocarriles, puertos,



colonización y telégrafos, pero añadiendo a su jurisdicción el establecimiento de la legislación minera, comercial, bancaria y de aguas.<sup>222</sup> De manera similar, Priscilla Connolly resalta la tendencia centralizadora del Estado en oposición a los gobiernos regionales con la abolición por fin de las alcabalas, junto con otros impuestos locales; además, prohibió a los gobiernos estatales contraer deuda externa, y tomó una injerencia mayor en la educación, salud y salubridad, así como en la obra pública, la cual para la época requerirá, por su tamaño, muchas veces de financiamiento externo.<sup>223</sup>

Los capitales extranjeros eran sobre todo 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 consiguiente, estos capitales se concentraban en los centros mineros, posteriormente en los petrolíferos; en las zonas portuarias y en el principal núcleo financiero y comercial del país: la Ciudad de México; además de desarrollar la comunicación entre estos puntos mediante la red ferroviaria.<sup>224</sup>

300 No sólo se dio un crecimiento de la edificación en el país, sino también de la obra pública, aunque en ambos casos se presentaba una concentración de las obras en las ciudades o puntos económicamente más importantes. Las vías de comunicación se desarrollaron al interior del país mediante los ferrocarriles, pero de manera principal hacia el extranjero por los mismos ferrocarriles, así como a través de los puertos con los que se enlazaron.<sup>225</sup> Al mismo tiempo, junto con el auge de los transportes, el comercio y el crecimiento de las ciudades, se desarrollan importantes obras de saneamiento, siendo el caso más destacado, aunque no el único, el de la Ciudad de México.

A principios del Porfiriato se encuentran trabajando como directores de caminos el ingeniero arquitecto Mariano Téllez Pizarro; los ingenieros civiles Francisco González Cosío, Faustino Navarro, Luis Córdoba y Juan N. Anza (también arquitecto); los topógrafos o agrimensores José Galán, José María Romero y Miguel Pereyra; e inclusive un ensayador, Manuel Canseco; entre otros.<sup>226</sup> A pesar de sus trabajos, a diferencia de la política implementada durante la República Restaurada, el desarrollo carretero fue muy descuidado

en el Porfiriato, lo que contrastaba con el impulso dado a los ferrocarriles y a los puertos. Aun 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 lo redujo a la conservación de las carreteras 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.<sup>227</sup>

A partir de la década de 1890, con la creación de la Secretaría de Comunicaciones se empezaría a tratar de impulsar una política carretera retomando la idea de que los caminos funcionaran como subsidiarios de los ferrocarriles. En 1895 se desincorporaron del control federal los caminos considerados locales o con tramos paralelos a los ferrocarriles, pasando a la competencia de los estados y correspondiendo a la Secretaría de Comunicaciones únicamente aquellos considerados como federales. Aun cuando se otorgaron subsidios a los estados para la construcción de los caminos, esta política tuvo poco éxito ya que se realizaron sólo algunos cuantos 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.<sup>228</sup>

301

### 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 ya fuera mediante la construcción directa del Gobierno Federal o al dar 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 sólo en ocho hubo resultados concretos al construirse 226.5 kilómetros de vía.<sup>229</sup> Pero la mayoría del tendido de las vías había sido efectuada mediante concesiones, sobre todo

otorgadas a empresas de capital extranjero, como en el caso de la ruta principal México-Veracruz, lo que llevaría a este modelo a adquirir un papel predominante en la realización de ferrocarriles. Aun así, se realizaron algunas iniciativas más modestas desarrolladas por ingenieros mexicanos, como el proyecto para la construcción de siete ramales confluentes al Ferrocarril Mexicano con tracción de sangre desarrollado por Mariano Téllez Pizarro en 1877.<sup>230</sup>

El crecimiento de las vías tendidas era constante, aunque no muy rápido, en 1879 llegaban a 881 km y a 1 073 km en 1880,<sup>231</sup> pero se aceleraría su construcción al otorgar Díaz importantes concesiones a compañías de capital norteamericano con la promesa de subsidios posteriores.<sup>232</sup> Manuel González dio continuidad a esas negociaciones al acordar 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),<sup>233</sup> 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.<sup>234</sup>

Estas concesiones, alentadas externamente por la expansión del sistema ferrocarrilero estadounidense, produjeron resultados de forma rápida por lo que con ellas se iniciaba 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.<sup>235</sup> En 1882 se construyeron 1 983 km, y en 1883, 1 727; máximos anuales que nunca serían superados, siendo el promedio de 1881 a 1910 de 664.6 km por año.<sup>236</sup> 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.<sup>237</sup> 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, sobre todo 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.<sup>238</sup>

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 parecía indicar que las compañías extranjeras no estaban tan renuentes a emplear personal mexicano como se solía pensar, siempre y cuando existiera una oferta doméstica de trabajadores calificados.<sup>239</sup> Uno de los encargados de la construcción de la vía en esa línea fue el ingeniero civil y arquitecto Vicente Reyes.<sup>240</sup> En el caso del Ferrocarril Nacional, el ingeniero Santiago Méndez llegaría incluso a desempeñarse como segundo jefe de construcción.<sup>241</sup> Por otro lado, el ingeniero civil Roberto Gayol realizaría el trazo del ferrocarril Pátzcuaro-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 Xalapa-Veracruz, en su tramo montañoso y la de Xalapa-Perote.<sup>242</sup> Por su parte, el ingeniero arquitecto Mariano B. Soto fue inspector de ferrocarriles por más de 30 años.<sup>243</sup>

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.»<sup>244</sup>

Lo anterior indica no sólo una cierta participación de los ingenieros nacionales (aunque usualmente no dirigiendo sobre todo al laborar con empresas extranjeras), sino también que tenían un adecuado desempeño en el tendido de las vías férreas, aun 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; también fue requiriendo de personal capacitado, como diversos ingenieros y arquitectos que se fueron incorporando para desempeñar estas labores.

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, que en sus *Anales* publicó 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»<sup>245</sup> donde se aprecia no sólo su conocimiento de los valores normalmente utilizados para estos cálculos, sino que incluso propone una fórmula propia. Sobre este mismo tema su colega, Roberto Gayol, presentó un estudio pero para el caso específico del Ferrocarril Interoceánico (1889),<sup>246</sup> y el ingeniero civil Julio G. Behrens otro para curvas de corto radio (1896). También se discutió sobre la conveniencia de utilizar las vías angostas o anchas, optando por las primeras.<sup>247</sup> De igual forma, se realizaron 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 Ángel Peimbert (1906). El ingeniero civil Luis Salazar escribió en 1902 «Los ferrocarriles y la Minería en México», mientras que para 1907 Mariano Téllez Pizarro presentó unos apuntes históricos acerca de los ferrocarriles en México.

El éxito de los ferrocarriles ligados a Norteamérica provocó varias reacciones. Primeramente, para la segunda administración de Díaz en la segunda mitad de la década de 1880, al tratar de compensar la hegemonía norteamericana, se elevó la participación de la inversión inglesa en el ramo.<sup>248</sup> 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.<sup>249</sup> González de Cosío planteaba que se podía 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 conduciría hacia la ley de 1898.<sup>250</sup> Con esta ley se establecía una mayor injerencia federal en su planeación por lo que las concesiones se volvieron menos generosas buscando priorizar las «necesidades económicas del país», de igual forma se realizó un primer programa de construcción ferrocarrilera, aunque fue comúnmente aceptado que el principal actor en este cambio de política fue Limantour.<sup>251</sup>

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 tendrían que ser rehechos siendo contratado esta vez con Pearson & Son, el ferrocarril de Tehuantepec, 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. Aun así, cuando se logró terminar, fue administrado como una empresa estatal y tuvo 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.»<sup>252</sup>

De esta forma, comenzaba una política más nacionalista en los ferrocarriles que a principios del siglo XX cobraría 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 realizó 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<sup>253</sup> con participación mayoritaria del Estado. En consecuencia, se nacionalizó más de la mitad de la red ferroviaria de la época, pasando a control estatal el 58%, ya que Ferrocarriles Nacionales de México estaba conformado por el Ferrocarril Interoceánico, el Central y el Nacional (y las rutas menores propiedad de los mismos), además de las líneas que, a fines del mismo año, se terminaron en la península de Yucatán.<sup>254</sup> Esto propició, como ya venía pasando en otros sectores, una coparticipación del Gobierno con las empresas extranjeras, donde estarían involucrados algunos de los miembros de la élite política financiera de la época.<sup>255</sup>

Con el surgimiento de los Ferrocarriles Nacionales de México se buscó una mayor integración de 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. Intentando remediar estos problemas en los dos primeros años después de su creación, Ferrocarriles Nacionales de México tendió más de 500 kilómetros, trabajos que serían interrumpidos con la Revolución.<sup>256</sup>

Junto con el desarrollo de los ferrocarriles también se empezaron 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 dio en las principales ciudades como México y Veracruz, pero también en otras como Aguascalientes, Guanajuato, Puebla, Querétaro y Orizaba, los cuales al ser de tracción animal se conocerían comúnmente como «trenes de mulitas».<sup>257</sup> Un año después de inaugurarse la línea ferroviaria de México a Veracruz, se otorgaba la primera concesión para la construcción y operación de tranvías, en 1874, también de tracción animal y, a partir de 1880, se empezaron a extender por todo el puerto.<sup>258</sup>

En la Ciudad de México, existían dos empresas de tranvías principales, la Compañía de Ferrocarriles del Distrito Federal,<sup>259</sup> 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.<sup>260</sup> Serían parte de esta empresa algunos de los políticos y financieros importantes de la ciudad como Limantour, Sebastián Camacho y Pablo Macedo.<sup>261</sup>

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, San Ángel y Tizapán. Los ferrocarriles y tranvías de la Ciudad de México pasaron de 48.9 km en 1876 a 173.4 km, solamente de la Compañía Limitada del Ferrocarril del Distrito, para 1890

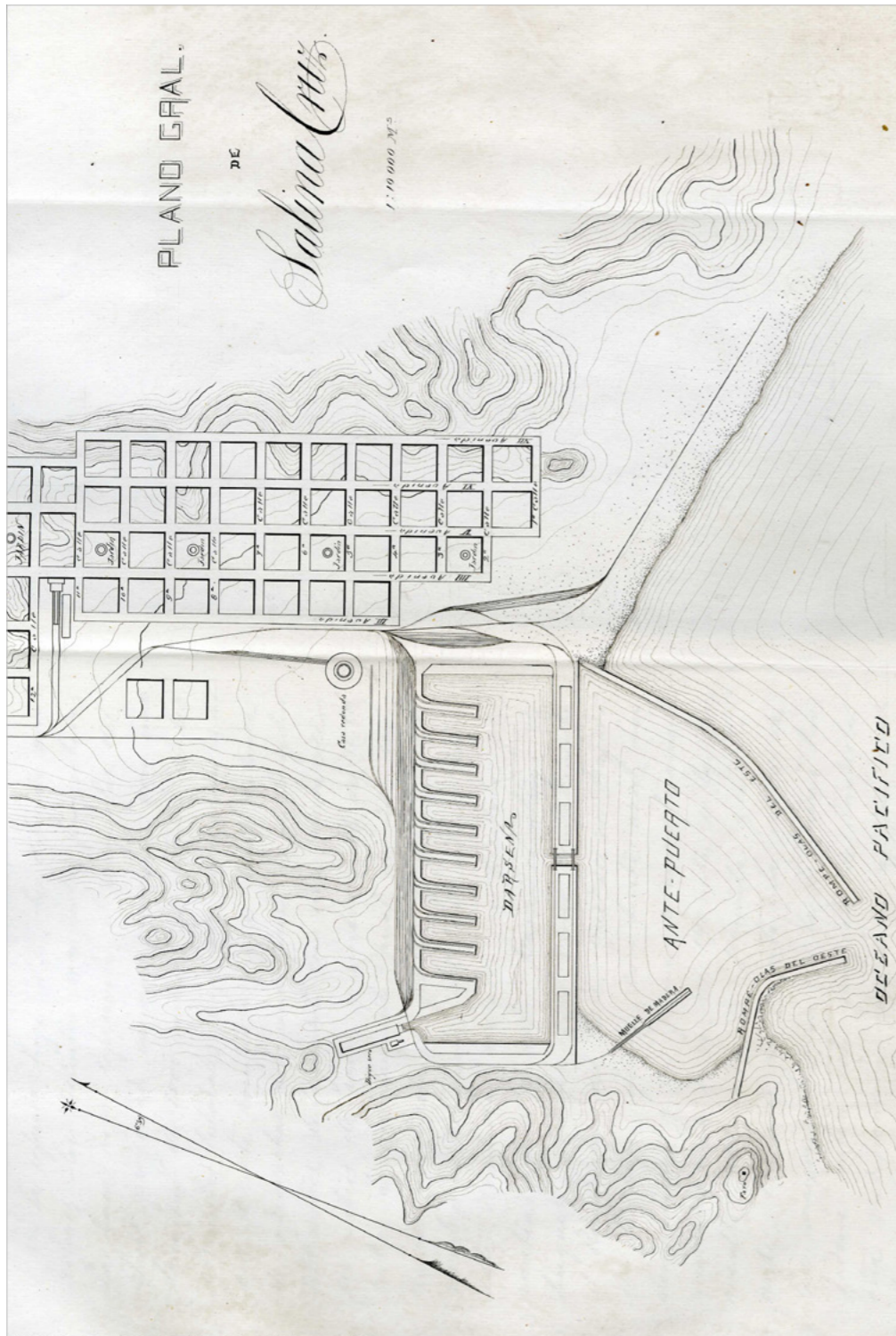
además de 20.9 km del Ferrocarril del Valle de México de tracción de vapor.<sup>262</sup> En 1895, la Compañía Limitada adquiriría a la segunda, pero al año siguiente ambas ya unificadas fueron vendidas a empresarios londinenses, aunque en la junta directiva permanecían mexicanos de la élite como Pablo Macedo.<sup>263</sup> Para fines de siglo, se contaba con 600 coches de pasajeros, la mayoría jalados con tracción animal, solamente las líneas de Tlalpan y San Ángel (ambas angostas) eran las únicas de vapor.<sup>264</sup>

Aun cuando ya desde 1896 en el Ayuntamiento se planteaba la electrificación de los tranvías, sería hasta 1898 cuando comenzarían los trabajos en los cuales también se construiría 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 México,<sup>265</sup> en la cual participaban Pablo Escandón, Joaquín Casasús y Porfirio Díaz hijo. Con esta compañía el sistema de tranvías sería modificado de fondo con la electrificación de once vías entre 1900 y 1901. Cuando se inauguró el servicio en 1902, se contaba con 112 kilómetros de vías electrificadas que llegarían al año siguiente a 264 kilómetros.<sup>266</sup> En 1906, Frederick Stark Pearson, principal impulsor de la Compañía Mexicana de Luz y Fuerza, junto con sus socios anglocanadienses adquiere la Compañía Limitada de Tranvías Eléctricos de México, buscando financiar aquella y reducir los costos de esta empresa que cambiaría su nombre a Compañía de Tranvías de México,<sup>267</sup> 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.<sup>268</sup>

Como se aprecia, si bien en un principio hay una diversidad de concesiones otorgadas por el Gobierno, poco a poco se da un proceso de concentración. Así, desde 1882, la Compañía Limitada del Ferrocarril del D.F. tendería a monopolizar los tranvías capitalinos al adquirir en 1895 también el Ferrocarril del Valle de México. Este proceso inicial fue dirigido por políticos financieros nacionales, pero se limitó principalmente a tracción animal. Sería hasta que los administradores locales se asociaron con empresarios extranjeros cuando se pudo contar con los recursos técnicos y financieros para emprender la electrificación del sistema de tranvías, apoyándose mutuamente el proceso de generación eléctrica y de electrificación tranviaria.<sup>269</sup>



310



Plano del puerto de Salina Cruz realizado por la Pearson &amp; Son



Grúa Titán con una capacidad de 50 toneladas utilizada en las obras de Salina Cruz

311

Aun 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 desarrolladas mediante contratos con empresas extranjeras, donde la Pearson & Son obtendría los tres más grandes: Veracruz, Coahuila 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.<sup>274</sup>



Construcción del dique seco de Salina Cruz

312

Poco después de iniciar su primer presidencia, en 1878, Díaz informaba que se estaban realizando obras en Manzanillo, Veracruz, Tampico y Mazatlán, aun 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...»<sup>275</sup> y en el mismo puerto en 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. Para fin de siglo se concluirían dos muelles: el de la Isla del Carmen y el de Acapulco.<sup>276</sup>

Enfocándose un poco en el caso más importante: el puerto de Veracruz, se observa que desde principios del Porfiriato se empezó a superar la política de priorizar el aspecto militar que soslayaba 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...»<sup>277</sup> pero al ir adquiriendo el puerto una mayor importancia económica y, con él, el gremio de comerciantes locales, los intereses comerciales empezaron a prevalecer sobre los defensivos, lo que estaba acorde también con los intereses ferrocarrileros y económicos más generales.<sup>278</sup> 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, presentaba un proyecto para mejorar el puerto de Veracruz mediante la construcción de dos diques detrás 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, aun 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, y en 1881 se llegaría a un acuerdo al firmar un contrato el oficial mayor de la Secretaría de Fomento, Manuel Fernández Leal (originario de Xalapa) en representación del Ejecutivo Federal, con el Ayuntamiento de Veracruz, en el que se autorizaba 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 Senties y Fernández Leal tenían vínculos 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.<sup>279</sup>

313

A la vez que se trabajaba en dicho convenio, el Ayuntamiento de Veracruz le propuso 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 aceptó en abril de 1881.<sup>280</sup> Pero para mayo, al acercarse la «estación del vómito», 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. Aun cuando en Veracruz tampoco abundaban los ingenieros y los que había estaban laborando en las obras ferrocarrileras, el Ayuntamiento encontró y comisionó el levantamiento hidrográfico a Luis Villaseñor, un porteño que había estudiado en la Escuela de Ingenieros donde se graduó como ensayador en 1877 y estaba avanzado en la carrera de ingeniería civil, y quien al parecer se encontraba en el puerto recién restablecido de una enfermedad.<sup>281</sup>

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 ser revisadas por una comisión integrada por Pedro Sentís y otros dos egresados de la Escuela de Ingenieros, José María Velázquez y Leandro Fernández, ambos ingenieros civiles, y por Vicente Méndez, fueron aprobadas, por lo que se firmó 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 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, para lo cual se celebró un nuevo contrato ahora con el ingeniero de Xalapa, Agustín Cerdán.<sup>282</sup>

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 las obras tuvieron que ser suspendidas. Posteriormente, la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas comisionó al ingeniero civil mexicano Emilio Lavit<sup>283</sup> para que desarrollara un nuevo proyecto integral del puerto, el cual sería más complejo que los anteriores y requeriría de mayores recursos técnicos y

económicos. La realización de la obra fue contratada en abril de 1895 con la constructora de Pearson, que ya tenía bastante experiencia en trabajos portuarios, y estaría dirigida 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.<sup>284</sup>

En las obras portuarias se involucraron los ingenieros no sólo de manera individual sino a través de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México, la cual publicó en sus *Anales* diversos artículos acerca de dichas obras, 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 narró el caso de las obras de Tampico, artículo traducido por el ingeniero de caminos José Covarrubias, y que apareció en 1897,<sup>285</sup> así como un reporte de las obras del puerto de Santa Rosalía realizado por la Secretaría de Comunicaciones.

## 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, serían retomados los trabajos del desagüe del Valle de México y reintegrado como su director Francisco de Garay a quien se encomendó la organización del personal, colaborarían con él el ingeniero civil Mateo Plowes, el ingeniero arquitecto José Iglesias, el ingeniero de minas Luis Espinosa y Eduardo Sagredo, además otros dos ingenieros civiles, Ignacio Ceballos y Luis Salazar, laborarían en los trabajos complementarios.<sup>286</sup> Aun 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 canalización anexo al proyecto de desagüe de Garay, de esta manera se construyó el extenso tramo de Chalco a Tepexpan pasando por Texcoco a cargo de Mateo Plowes.<sup>287</sup>

Con el apoyo del ministro de Fomento, Vicente Riva Palacio, poco después Garay fue nombrado representante de México ante un congreso internacional en París para discutir la posibilidad de abrir un canal interoceánico.<sup>288</sup> Pero mientras Garay estaba en Europa, Riva Palacio por presiones políticas renunciaba al ministerio y, al no designarse sustituto, quedó al frente de éste Manuel Fernández Leal, quien le pidió al ingeniero Luis Espinosa, que se había quedado como director interino de las obras del desagüe, realizara un dictamen sobre estas mismas. Espinosa criticó duramente el proyecto del ausente y presentó un proyecto propio el cual, a pesar de ser muy similar al de Garay, pretendía reducir los costos e introducía algunas reformas importantes: cambiaba la ruta del túnel para desembocar en la barranca de Acatlán<sup>289</sup> para atravesar montañas más bajas, por lo que argumentaba que las lumbreras serían menos largas, lo cual reduciría costos. Pero, principalmente, Luis Espinosa utilizó en sus cálculos los incrementos en el nivel del lago de Texcoco para calcular el volumen de agua por desalojar, pero sin tomar en cuenta los máximos históricos,<sup>290</sup> con lo que disminuía la capacidad del sistema.<sup>291</sup>

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. Además, el cambio de ruta no era adecuado, pues a pesar de ser más bajas las lumbreras tenía un mayor número de éstas, lo cual incrementaba sus costos y sus inconvenientes, como sostendría posteriormente el ingeniero belga Leon Derote al ser llamado por el Gobierno para que realizara un estudio de los trabajos.<sup>292</sup> Pero, a pesar de sus deficiencias y aun cuando Garay continuaría como director del Desagüe, por razones de una supuesta economía sería adoptado el proyecto de Espinosa.<sup>293</sup>

Garay fue 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, Garay recurrió a buscar fuentes alternativas para costearla, por lo que sería el primero en plantear que una empresa privada

podría realizarla. Así, presentó una oferta a nombre de la empresa Symond y Cía. al gobierno para llevar a cabo 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 debido a que el contrato no llegó a formalizarse «porque no fue posible cumplimentar las exigencias de altos personajes políticos», como él mismo sostendría.<sup>294</sup> Posteriormente, en 1881, nuevamente se intenta delegar las obras en una empresa privada al celebrar el Gobierno un contrato con Antonio Mier y Celis, pero con unas condiciones demasiado favorables a la empresa, como el mismo Garay criticaba. Al cerrarse el contrato, la Dirección del Desagüe del Valle fue suprimida pero, a pesar de las condiciones convenientes a la empresa, ésta ni siquiera llegó a constituirse. Como consecuencia, para 1882, la administración de las obras pasaba nuevamente a manos del Gobierno, pero realizando cambios importantes en su dirección, ya que no sería nombrado Garay, sino Luis Espinosa, quien continuó en el cargo por largo tiempo, aunque en un principio, en lo que quedaba del periodo de González, solamente se realizaron obras de mantenimiento.<sup>295</sup>

Sería con la consolidación de Díaz en el poder, a partir del inicio de su segundo periodo presidencial y con él su reelección indefinida en 1884, cuando comenzaría a impulsarse seriamente la obra del desagüe.<sup>296</sup> Surgiría entonces, desde el Ayuntamiento de la Ciudad de México, una propuesta para financiar las obras y se propondría también la formación de una «junta especial de propietarios», por lo que para principios de 1886 se creaba la Junta Directiva del Desagüe del Valle de México que se encargaría de la administración y vigilancia de los trabajos, mientras que la parte técnica del proyecto, apoyada en comisiones especiales, quedaría a cargo de la Secretaría de Fomento. 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, serían incorporados posteriormente (1899-1900) el ingeniero civil Fiacro Quijano y el ingeniero Manuel María Contreras.<sup>297</sup>

Espinosa fue ratificado como director interino, pero a la vez se publicó una convocatoria para la realización de las obras, donde se presentaron cuatro

propuestas de las que solamente una era nacional, la cual fue desechada porque 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, quienes colaborarían en otros casos de controversias técnicas.<sup>298</sup> 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.<sup>299</sup>

318 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 acordados con los recursos asignados. La insatisfacción con los trabajos fue tal que la Junta empezó a gestionar los servicios de un ingeniero europeo, que arribaría 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, y propuso 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 comisión<sup>300</sup> la cual falló a favor de Espinosa con lo que se proseguirían las obras de acuerdo con su proyecto.<sup>301</sup>

Para 1889, se contrataba con la inglesa Read & Campbell la construcción de los túneles de Tequixquiac y Zumpango,<sup>302</sup> a la vez, se realizaba 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. No obstante, también influyó la intención de Díaz de hacer un contrapeso a la creciente influencia de los inversionistas norteamericanos, así como la labor de gestión 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.<sup>303</sup> 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 y tendría como colaborador al ingeniero de caminos Isidro Díaz Lombardo.<sup>304</sup>

Debido a los problemas que enfrentaba la Read & Campbell para la realización del túnel de Tequixquiac, para 1892 se firmaría un nuevo contrato en el que la empresa quedaba sujeta a la dirección de la Junta, la cual mejoraría la administración y la logística constructiva, y con esto aceleraría el ritmo de trabajo, por lo que para 1894 el túnel estaría próximo a terminarse.<sup>305</sup> 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 esta 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 319 contratista e inspector de obras, y por este motivo la Junta la condicionó a que la inspección quedara a cargo del ingeniero Díaz Lombardo.<sup>306</sup>

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 1900. Nuevamente para el Centenario de la Independencia, las obras del desagüe del Valle volverían a reinaugurarse, pues se habían concluido las obras de revestimiento y embellecimiento.<sup>307</sup> También se había requerido la construcción de veintitrés puentes,<sup>308</sup> 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 de pesos presupuestados por Espinosa a 16 millones de pesos,<sup>309</sup> dicho costo se incrementaría aún más debido al financiamiento por el cual el Gobierno tendría que pagar otros 19 millones de pesos.<sup>310</sup>



### Realización del sistema de saneamiento de la Ciudad de México

Junto con el desarrollo del desagüe del Valle también se comenzó a buscar dar solución al drenaje interno de la Ciudad de México en la cual, a pesar de su expansión y del crecimiento de su población, aun para fines de siglo no se habían renovado sus servicios urbanos. Para 1885, Sam B. Knight<sup>311</sup> proponía al Ayuntamiento la introducción de bombas para que junto con un sistema de compuertas logaran no sólo desalojar las aguas negras, sino también desazolver las atarjeas mediante una corriente continua proveniente de Balbuena.<sup>312</sup> Las bombas trabajarían solamente en la noche utilizando en el día la fuerza de las máquinas de vapor para generar luz eléctrica.<sup>313</sup> 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; además, estuvo presente en estas sesiones 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 las mayores beneficiadas al estar obligadas a realizar el desazolve de las calles que ocupaban.<sup>314</sup> Sin embargo, la crítica principal provino de Garay, quien demostró que el proyecto de Knight era tanto inoperante como incosteable.<sup>315</sup>

En vista de que se requería un mejor proyecto, el Ayuntamiento optó no por sacar un concurso, sino que en 1888 se lo encargó directamente al ingeniero civil Roberto Gayol,<sup>316</sup> quien en los siguientes tres años recorrió diversas ciudades norteamericanas estudiando sus sistemas de drenaje. Finalmente, Gayol presentó su *Proyecto de desagüe y saneamiento de la Ciudad de México* en 1891,<sup>317</sup> el cual estaría ligado al sistema del desagüe general del Valle. Aun cuando a finales de ese mismo año, el proyecto fue 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

← Canal y compuertas de Tequixquiac

proyecto propio, el cual, al ser revisado se concluyó que era imposible de realizar. Sería hasta 1895 cuando se nombrara una comisión para llevar a cabo las modificaciones propuestas por Espinosa, comisión formada por este último, Manuel María Contreras y Leandro Fernández, con las cuales ese mismo año era aprobado el proyecto de Gayol por el Ayuntamiento y por Díaz al año siguiente.<sup>318</sup>

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, aunque se incorporarían algunos otros, como Leandro Fernández, Santiago Méndez, Manuel María Contreras y Gabriel Mancera.<sup>319</sup> Ese mismo año se publicó una convocatoria para conseguir la maquinaria que se encargaría de limpiar las atarjeas, se recibieron varias propuestas y se eligió la de la norteamericana Holly Manufacturing Co. A principios de 1897, se comenzaron los trabajos administrados por la Junta Directiva con la dirección técnica de Gayol y se logró avanzar en algunos colectores, principalmente en el sur, el cual se conectó con las bombas de San Lázaro. Sin embargo, posteriormente, en 1898, se optó por contratar los servicios de la empresa francesa de Lettelier & Vezin. Dicho contrato fue impulsado por Limantour y aprobado por Díaz con el cual, aunque se aceleró el ritmo de los trabajos, se incrementó su costo por lo que se tuvo que recurrir a financiamiento.<sup>320</sup> A pesar de la entrada de esta compañía en 1899, se nombraría a Gayol director general de las obras y se recibiría también ese año la maquinaria para el desazolve de las atarjeas de la Holly.<sup>321</sup>

Se avanzó rápidamente en los colectores, pero como éstos tenían que conectarse con el Desagüe General, dependían de la terminación de éste, por lo que lo que se comenzó a presionar al respecto. 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, mientras que la Junta Directiva se encargó directamente de los restantes. Las obras fueron oficialmente concluidas e inauguradas en marzo de 1903, las cuales estaban 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 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.<sup>322</sup>

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 no llegaba a la totalidad de la ciudad, 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 aun cuando se redujo esa cifra, siguió siendo muy elevada. Uno de los diagnósticos más contundentes de esta situación fue el presentado por el ingeniero civil Alberto J. Pani, quien en 1915 comparaba las condiciones de salud de la Ciudad de México con las de otras ciudades con una población semejante, principalmente a partir de sus tasas de mortalidad. Pani concluyó 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, por lo que sostendría que la Ciudad de México era «seguramente, la ciudad más insalubre del mundo».<sup>323</sup> Aun tomando en cuenta que las cifras pudieron 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 siendo muy elevada, aunque no a los niveles mencionados.<sup>324</sup>

### 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 retrasarían su funcionamiento hasta 1889. De igual forma, se trabajaba en el entubamiento del acueducto de Guadalupe, el cual fue terminado hasta la garita de Peralvillo

un poco antes. 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 fugas en las mismas. A la vez, el sistema no tenía la suficiente presión para hacer llegar el agua hasta las azoteas aun 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, de manera que solamente algunos se beneficiaban y se dejaba a otros sin el líquido. Estos primeros intentos de introducción de agua entubada no se realizaron de manera homogénea, sino que favorecieron a las colonias de la clase media como la de los Arquitectos, Barroso y Santa María, además de algunas que apenas se estaban colonizando como la Roma y la Condesa, incrementando el valor de estas últimas 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.

324 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 y con las obras que se estaban realizando se aumentaría a 100, mientras que Manuel Francisco Álvarez sostenía que alcanzaba los 250 litros.<sup>325</sup> Para el cambio de siglo, 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 metros cúbicos por día.<sup>326</sup> A pesar del crecimiento de la ciudad, fue hasta 1900 cuando el Ayuntamiento le encargó al ingeniero civil Manuel Marroquín y Rivera<sup>327</sup> resolver el problema de dotación de agua potable de la ciudad. Marroquín realizó un estudio con el ingeniero civil Carlos Daza y con la colaboración de otros ingenieros civiles egresados de la ENI.<sup>328</sup> En 1901, Marroquín presentó un proyecto donde proponía 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.<sup>329</sup>

Como había sucedido en los casos del desagüe del Valle y del interno de la ciudad, en 1903 se creó también una Junta Directiva de Provisión de Aguas Potables, integrada nuevamente en su mayoría por los mismos personajes

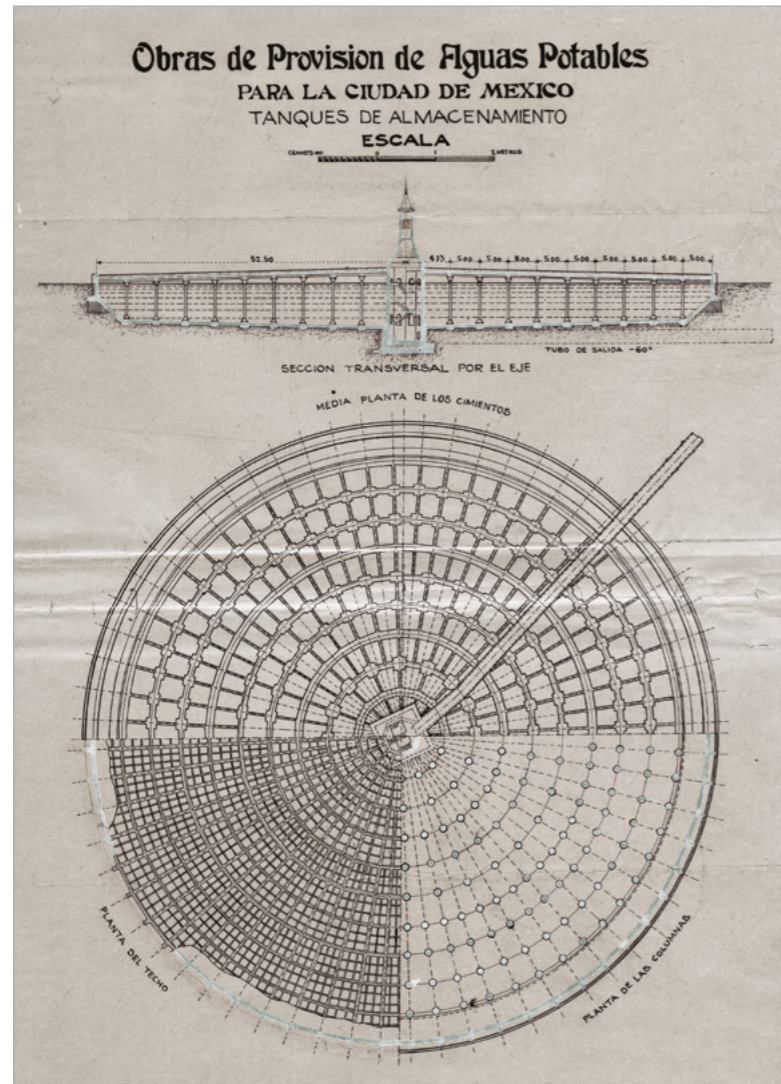
importantes, como Limantour y Leandro Fernández, quien en ese momento se desempeñaba como secretario de Comunicaciones y Obras Públicas, y se incorporaron algunos nuevos, como al topógrafo e ingeniero geógrafo Guillermo Beltrán y Puga, así como al ingeniero de minas y topógrafo Andrés Aldasoro. Se decidió traer el caudal requerido de los manantiales de Xochimilco para lo cual se proyectaron los trabajos de captación necesarios, un acueducto cerrado, plantas de bombeo, toda la red de tuberías, así como cuatro enormes tanques de almacenamiento de planta circular de concreto armado en el Molino del Rey.<sup>330</sup>

Para encontrar las dimensiones convenientes del acueducto principal se realizaron diversos «cálculos analíticos y gráficos», optándose por una innovadora sección ovoide de concreto reforzado. Posteriormente, se construyeron modelos para probar su resistencia. Las obras no se iniciarían sino hasta 1905 cuando se comenzó el acueducto principal, que conectaría las obras de captación de Santa Cruz y la planta de bombas de la Condesa con una extensión de 26 700 m. A partir de Santa Cruz, como continuación, se construyó otro acueducto de sección menor y circular con una longitud de 6,445 m destinado a incorporar las aguas de las obras de captación de San Luis.<sup>331</sup> Para 1908, 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 imponentes depósitos del Molino del Rey, concluidos a principios de 1909.<sup>332</sup> Al año siguiente, dentro de las festividades del Centenario, se inauguraban en septiembre las estaciones de bombeo de Condesa y Nativitas<sup>333</sup> en las cuales colaboró ya el ingeniero civil Alberto J. Pani.<sup>334</sup>

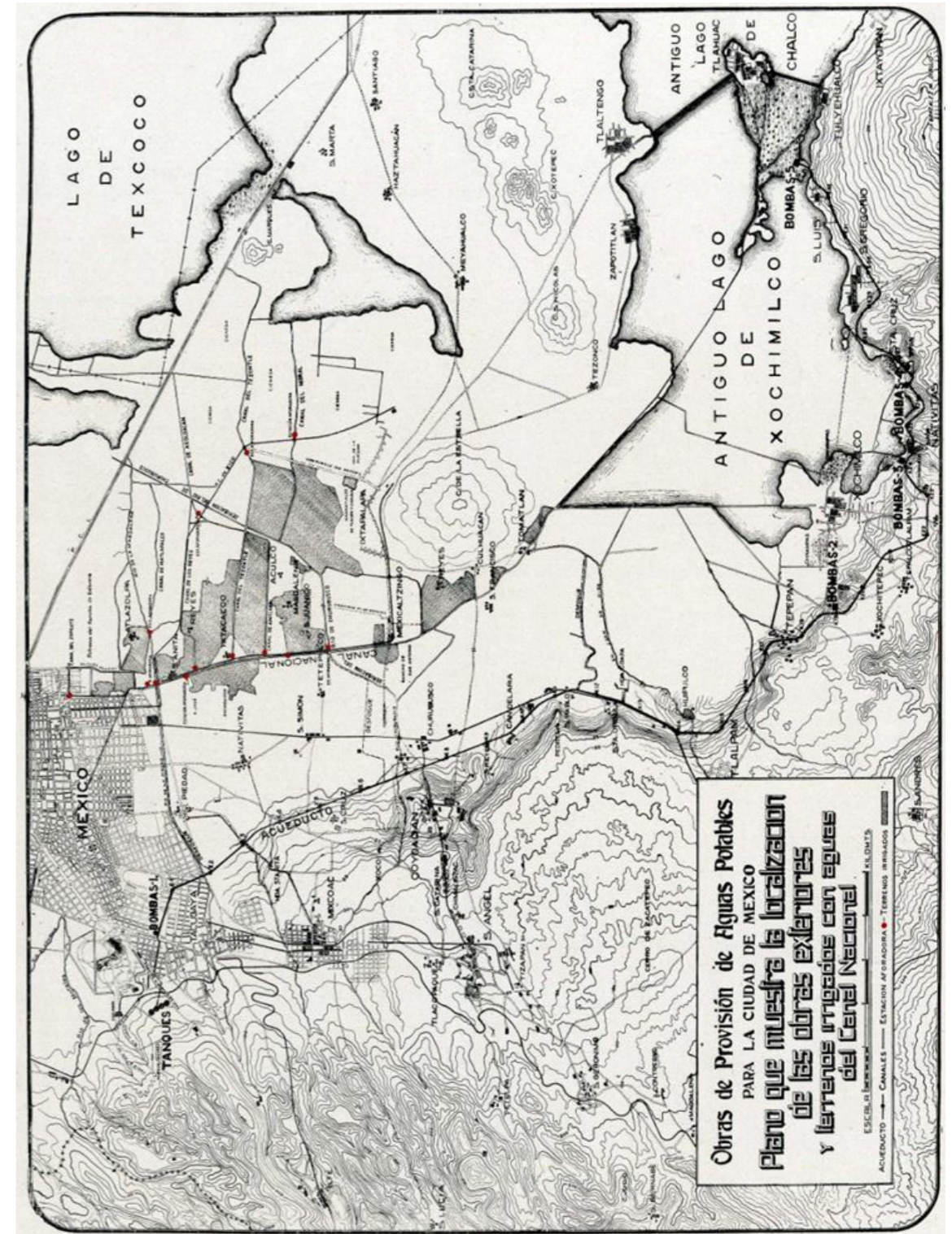
Fue hasta después del Porfiriato cuando se logró concluir los trabajos, de hecho, la instalación de la nueva red de tuberías se empezó en 1911 y se terminó hasta 1913. A diferencia del desagüe del Valle y de la ciudad, en este caso no se requirió contratar a una empresa extranjera ya que los trabajos fueron realizados directamente por la Junta Directiva, aunque la gran mayoría de los materiales sí fueron importados pues se requirieron más de 30 000 toneladas de tubería de fierro fundido. Con la nueva red, por primera vez el agua se enviaba a presión gracias a que al llegar ésta a la casa de bombas de la Condesa era bombeada a los depósitos del Molino del Rey donde contaba con

una altura suficiente para abastecer con buena presión a la ciudad. También se introducía 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.<sup>335</sup>

326



Sección y planta de los tanques de almacenamiento



Obras de provisión de aguas potables para la Ciudad de México



Foto de uno de los tanques de almacenamiento terminado

328

### 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 por lo que sería hasta que estaba a punto de terminar cuando se procuró darles una solución. Aun cuando, para 1898, en 18 ciudades se habían realizado obras de drenaje y en 42 de entubamiento de agua,<sup>336</sup> estas obras eran todavía muy modestas. Sería hasta el cambio de siglo cuando se empezarían a proyectar y realizar trabajos más ambiciosos en ambos casos, mediante la creación de redes completas.

Al encargarse el Gobierno Federal de los puertos principales, también asumiría los trabajos de saneamiento y agua potable, lo que facilitaría su realización, ya que contaba con una mayor disponibilidad de recursos a diferencia de los estados que carecían de la opción al crédito internacional; de ahí que,

en un principio, las obras de saneamiento se harían solamente en aquellas ciudades (con la única excepción de Guadalajara), en las que el Gobierno Federal intervenía directamente: la Ciudad de México y los puertos, como en los casos de Veracruz, Tampico y Mazatlán.<sup>337</sup>

También agilizó las obras el estar ya desempeñándose en los puertos empresas extranjeras, por lo que muchas veces se les contrataba para que realizaran 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. Desde 1898 existían pagos por concepto de estas obras, pero sería hasta 1901 cuando se firmaría un contrato específico al respecto. Las obras fueron terminadas en febrero de 1904 y se realizaron magnas celebraciones, como había sucedido en el caso de la conclusión del puerto. De igual forma, en los puertos de Coatzacoalcos y Salina Cruz, los trabajos portuarios realizados por la Pearson se extenderían al saneamiento y dotación de agua, así como también a la introducción del sistema de drenaje de Mazatlán.<sup>338</sup>

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 agua potable en toda la ciudad. En Puebla, sería entre 1907 y 1910 cuando se realizarían 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.<sup>339</sup> 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.

Junto con los trabajos portuarios, de saneamiento y de agua potable, se llevaron a cabo otras obras hidráulicas importantes debido a que 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.

329

Así, se realizó la desecación de la Ciénega de Chapala proyectada por el ingeniero civil Manuel Marroquín y Rivera,<sup>340</sup> 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 efectuaron obras de riego en las haciendas de Lombardía y Nueva Italia, así como se hicieron obras de regadío en el Valle de Tula.<sup>341</sup> El mismo Francisco de Garay, al separarse de la dirección del Desagüe del Valle, sería comisionado para hacer un estudio del río Usumacinta.<sup>342</sup>

Debido a los problemas que se presentaban por la apropiación de las aguas del río Nazas, en 1887 se formó una comisión que buscaría proporcionar una base «científica, razonada y demostrable» que permitiera una distribución equitativa del líquido. Esta comisión 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.<sup>343</sup> A pesar de los conflictos se realizaba el proyecto para la construcción de una presa en la región.<sup>344</sup>

Por otra parte, el ingeniero civil Manuel Marroquín y Rivera proyectó la presa del Cuije en Zacatecas que sería construida por el ingeniero civil Alberto J. Pani. En 1895, el gobierno firmó un contrato con los hermanos españoles Remigio e Íñigo Noriega para la desecación del lago de Chalco para canalizar sus aguas y así aprovechar los nuevos terrenos. Estas obras fueron dirigidas por el ingeniero civil Roberto Gayol,<sup>345</sup> 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.<sup>346</sup>

En la Asociación de Ingenieros y Arquitectos también 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, sino que encargó uno directamente a Roberto Gayol, el cual 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 tema y en los cuales colaboraron 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 publicó en los *Anales* 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 electrizados<sup>347</sup> y en 1896 tanto unas reflexiones al Código Sanitario como un estudio sobre la potencia necesaria de las bombas, capaces no sólo 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 presentaba su «Proyecto de Desagüe y Saneamiento de la Ciudad de Guadalupe Hidalgo, Distrito Federal», y en 1907 el ingeniero topógrafo Aurelio Leyva escribía sobre «El saneamiento en las poblaciones situadas al sur de la ciudad de México». También se estudiaba el caso de la desecación del lago de Texcoco (1896) y se escribía acerca de diversas experiencias ejemplares, como la desecación del lago Fucino en Italia, y el saneamiento de París y Berlín (1886). Se presentaba 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 participó el ingeniero civil Juan N. Anza (1892).

Para el cambio de siglo, en los *Anales* de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos se encuentran 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 escribía acerca de las obras de Necaxa y para 1909 aparecía publicado un estudio sobre las presas de tierra. Incluso, en 1908, Luis Felipe Murguía se titularía con la memoria de las obras hidroeléctricas del río Lerma, realizadas por el ingeniero civil egresado de la escuela Luis Ugarte.<sup>348</sup>



## REFERENCIAS

1. Álvarez, 1906, *op. cit.*, pp. 115-116.
2. Sánchez Estrada, María Alejandra y Ramos Lara. «La astronomía, campo fundamental en las labores de la Secretaría de Fomento (siglo XIX)» *La Astronomía en México en el siglo XIX*, p. 176.
3. *Diario Oficial de los Estados Unidos Mexicanos*. Miércoles 19 de septiembre de 1877.
4. Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, pp. 2711 y 3033.
5. 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.
6. *Estadísticas sociales del Porfiriato 1877-1910*, *op. cit.*, pp. 37-38. Por su parte, 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.
7. Militar liberal que desde 1886 se desempeñaba como presidente del Ayuntamiento de la Ciudad de México.
8. Bazant, *op. cit.*, p. 245.
9. Guerra, *op. cit.*, tomo I, pp. 65-66. González, Luis, *op. cit.*, pp. 1001-1002.
10. Perló, *op. cit.*, pp. 92-93 y 245-247.
11. *Diario Oficial de los Estados Unidos Mexicanos*. 10 de abril de 1877. Katzman, *op. cit.*, p. 381.
12. Álvarez, 1918, *op. cit.*, p. 53. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 7903.
13. Mansilla, *op. cit.*, p. 152.
14. Álvarez, 1906, *op. cit.*, p. 38.
15. Perló, *op. cit.*, p. 246.
16. Katzman, *op. cit.*, pp. 339, 367 y 381.
17. Jiménez, *op. cit.*, pp. 20-21 y 266.
18. Guerra, *op. cit.*, tomo I, p. 65.
19. Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, pp. 2677-2678.
20. Guerra, *op. cit.*, tomo I, pp. 65-66. González, Luis, *op. cit.*, pp. 1001-1002.
21. Aunque no lo construyó directamente fue construido bajo su administración.
22. Guerra, *op. cit.*, tomo I, pp. 65-66.

23. 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.
24. Topógrafo egresado de la ENI quien fuera múltiples veces diputado así como profesor de Meteorología e Hidrografía por un largo tiempo en la escuela pero con una mayor injerencia en las cuestiones políticas.
25. *Ibid.*, tomo I, p. 101.
26. Aun 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.
27. 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.
28. Aun 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, por el contrario 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 Kuri, *op. cit.*, pp. 61, 64-67 y 70.
29. O si se quiere burócratas-financieros.
30. Juan Victoria, *op. cit.*, pp. 277-279.
31. Rodríguez Kuri, *op. cit.*, pp. 61-62.
32. Alicia Salmerón sostiene que Landa y Escandón ocupó la presidencia del Ayuntamiento «prácticamente con el encargo del ejecutivo federal de apoyar una reforma que trasladaría las atribuciones del Ayuntamiento al gobierno del Distrito». «¿Quién gobierna la ciudad? De los ediles del Ayuntamiento de México», «Instantáneas» de la Ciudad de México. *Un álbum de 1883-1884*, tomo I, p. 216.
33. Jiménez, *op. cit.*, pp. 18-19. Moya Contreras, Arnaldo. *Arquitectura, historia y poder bajo el régimen de Porfirio Díaz. Ciudad de México, 1876-1911*, pp. 93-95.
34. Katz, *op. cit.*, p. 221.
35. *Ibid.*, p. 220. Juan Victoria, *op. cit.*, pp. 282-285.
36. Connolly, *op. cit.*, p. 183.
37. Díaz y de Ovando, *op. cit.*, tomo III, p. 2661.
38. *Ibid.*, p. 2690.
39. *Ibidem*, pp. 2644-2646. CESU. AHUNAM ENI. Asuntos Escolares. Correspondencia, caja 27, exp. 4.

40. Katzman, *op. cit.*, p. 66.
41. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 9843.
42. Katzman, *op. cit.*, Anexo de los arquitectos e ingenieros que ejercieron entre 1790-1920.
43. *Estadísticas sociales del Porfiriato. 1877-1910*, p. 185.
44. Kuntz Ficker, Sandra. *Empresa extranjera y mercado interno. El ferrocarril Central Mexicano 1880-1907*, p. 122.
45. Jiménez, *op. cit.*, pp. 70-72.
46. *Diario Oficial de los Estados Unidos Mexicanos*. Miércoles 19 de septiembre de 1877.
47. Azuela, *op. cit.*, pp. 138, 140-141. Ramos Lara, 1996, *op. cit.*, p. 58.
48. Azuela, *op. cit.*, pp. 140 y 145.
49. *Ibid.*, pp. 159-161.
50. Jiménez Muñoz, *op. cit.*, p. 11.
51. Katz, p. 185.
52. Bellingeri, Marco e Isabel Gil Sánchez. «Las estructuras agrarias bajo el Porfiriato» en Ciro Cardoso (coord.) *México en el siglo XIX, 1821-1910*, p. 316.
53. González, Luis, *op. cit.*, p. 941.
54. Katz, p. 188.
55. Juan Victoria, *op. cit.*, p. 293.
56. Bellingeri, *op. cit.*, pp. 315-316 323-324.
57. Aun cuando la primera institución bancaria considerada nacional surge en 1864, 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 Mexicano (de capital de residentes españoles en México) el cual se fundiría con el Banco Nacional Mexicano (dependiente del Banco Franco Egipcio) para formar el Banco Nacional de México en 1884 de capital principalmente francés y norteamericano, que sería el encargado de otorgar respaldo financiero al Gobierno a cambio de importantes privilegios. Jiménez, *op. cit.*, p. 67. Ludlow, Leonor. «La ciudad frente a los altibajos de la política económica y el sostén del Banco Nacional de México», «Instantáneas» de la Ciudad de México. *Un álbum de 1883-1884*. Tomo I, pp. 154-155 y 162.
58. Katzman, *op. cit.*, p. 19.
59. Rodríguez Kuri, *op. cit.*, p. 90.
60. *Estadísticas sociales del Porfiriato. 1877-1910*, p. 13.
61. Katzman, *op. cit.*, pp. 18-19.
62. Connolly, *op. cit.*, pp. 79-80.
63. González de Cosío, *op. cit.*, tomo IV, p. 320.

64. Provocada por una depresión cíclica estadounidense.
65. Katz, *op. cit.*, pp. 19 y 228.
66. Connolly, *op. cit.*, pp. 98 y 344-345. Katzman, *op. cit.*, pp. 353-354.
67. Perló, *op. cit.*, p. 61.
68. Mansilla, *op. cit.*, pp. 63-65 y 75.
69. Rodríguez Kuri, *op. cit.*, p. 99.
70. *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*, vol. III, tomo II, p. 133.
71. *Estadísticas económicas del Porfiriato. Fuerza de trabajo y actividad económica por sector*. COLMEX, México, 1960, p. 49.
72. Connolly, *op. cit.*, p. 98.
73. 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.
74. González de Cosío, *op. cit.*, tomo III, pp. 306, 314 y 343, y tomo IV, p. 311.
75. *Ibid.*, tomo III, pp. 305-306 y 315, y tomo IV, p. 324.
76. Connolly sostiene que en 1893 Pearson concursó sin éxito para la construcción de la penitenciaría de Lecumberri. Connolly, *op. cit.*, p. 338.
77. Katzman, *op. cit.*, p. 379.
78. González de Cosío, *op. cit.*, tomo III, p. 298 y tomo IV, pp. 307 y 314.
79. Entre las calles de Sullivan y la antigua calzada de la Teja, hoy Villalongín.
80. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 9913.
81. 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.
82. Katzman, *op. cit.*, p. 356.
83. González de Cosío, *op. cit.*, tomo III, pp. 299, 311 y 315, y tomo IV, pp. 309-310, 320 y 322.
84. Véase la sección siguiente de este mismo capítulo: «Auge de los negocios inmobiliarios».
85. En las calles 5 de Mayo y Bolívar.
86. González de Cosío, *op. cit.*, tomo III, p. 313.
87. Katzman, *op. cit.*, pp. 348 y 351.
88. Connolly, *op. cit.*, p. 98.
89. Báez Macías, Eduardo. *Historia de la Escuela Nacional de Bellas Artes (Antigua Academia de San Carlos) 1781-1910*, p. 176.
90. Álvarez, 1919, *op. cit.*, p. 4.
91. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 9913.
92. Katzman, *op. cit.*, p. 352.

93. González de Cosío, *op. cit.*, tomo III, pp. 307 y 313-314.
94. Antonio Rivas Mercado criticará que Dondé, quien había sido miembro del jurado que descalificó todos los proyectos presentados, ocupará después las diversas ideas para presentar su proyecto. «Bellas Artes. Arquitectura. El Palacio Legislativo Federal.» *El Arte y la Ciencia*, vol. III núm. 1 México, abril de 1900, pp. 1-4.
95. González de Cosío, *op. cit.*, tomo III, p. 126.
96. Edificio que posteriormente se convertirá en la Asamblea Legislativa de la Ciudad de México. Katzman, *op. cit.*, pp. 342 y 345.
97. 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*, p. 76.
98. Aun 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 se buscaba incrementar el valor de los terrenos en esa zona, el tipo de edificios encargados no parece coincidir con su interpretación 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.
99. Mansilla, *op. cit.*, pp. 73 y 76.
100. Aunque posteriormente quedaron exentas de esta norma las compañías mineras y ferrocarrileras.
101. Jiménez, *op. cit.*, pp. 11 y 247.
102. Mansilla, *op. cit.*, p. 76.
103. Katzman, *op. cit.*, p. 40 y 364. Perló, *op. cit.*, p. 244.
104. Katzman, *op. cit.*, p. 40.
105. Lo que representa tres colonias por año. Jiménez, *op. cit.*, p. 21.
106. 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. Beltrán y Puga se desempeñaba en esa época como jefe de la Sección de Aguas Potables del Ayuntamiento. *Ibid.*, p. 254 y 266.
107. Perló, *op. cit.*, pp. 190-191 y 259. Mansilla, *op. cit.*, p. 71.
108. Rodríguez Kuri, *op. cit.*, p. 95 y 99.
109. Algunos otros miembros destacados de este grupo fueron Pablo Macedo, Pablo Escandón, Joaquín Casasús, y Sebastián Camacho.
110. Por ejemplo, aun 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 esté al frente de la empresa. Rodríguez, *op. cit.*, pp. 65-72. Jiménez, *op. cit.*, pp. 19, 64 y 97.

111. 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.
112. Jiménez, *op. cit.*, pp. 68-69 y 80-81.
113. 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 la esfera de negocios que parcialmente y en limitada escala ha tratado de desarrollar la Compañía General de Pavimentación». Jiménez, *op. cit.*, p. 83.
114. Como la Condesa y la Nueva Colonia del Paseo que eran propiedad de las empresas que se funden en su creación
115. 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. Jiménez, *op. cit.*, pp. 74, 81-82 y 84-86.
116. Mansilla, *op. cit.*, pp. 77 y 79.
117. El Ayuntamiento se comprometía a reembolsar todo o parte de las obras realizadas.
118. Jiménez, *op. cit.*, pp. 22-23.
119. *Ibid.*, p. 101.
120. 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.
121. Jiménez, *op. cit.*, p. 75.
122. 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.
123. 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.
124. Otras pavimentadoras eran la Empresa de Asfalto Vulcanizado, Privilegio Sprigman, Privilegio Arzac, y la Neuchatel Asphalt Paving Company Limited.

125. Jiménez, *op. cit.*, pp. 75 y 100.
126. Perló menciona que ya desde 1890 Pablo Macedo era contratista para la pavimentación de cien calles de la ciudad. Perló, *op. cit.*, p. 244.
127. Mansilla, *op. cit.*, pp. 86-89.
128. Jiménez, *op. cit.*, pp. 77 y 84-86.
129. González de Cosío, *op. cit.*, tomo III, pp. 305 y 308, y tomo IV, p. 327.
130. Téllez, *op. cit.*, p. 43
131. Recibido en la Escuela de Bellas Artes de París.
132. 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.
133. Téllez, *op. cit.*, pp. 54-55.
134. *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*, vol. III, tomo II, pp. 283-284. Katzman, *op. cit.*, p. 275.
135. Por ejemplo, en 1906 se cambian las viguetas de madera del Colegio de Minería por otras de fierro.
136. 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 Jacinto y después en la Escuela de artes y oficios de París.
137. *La ingeniería civil mexicana. Un encuentro con la historia*, pp. 140 y 142.
138. Katzman, *op. cit.*, pp. 276, 312-313, 317, 319, 325-327 y 379.
139. *La ingeniería civil mexicana. Un encuentro con la historia*, p. 142.
140. Katzman, *op. cit.*, pp. 325-326.
141. Katzman, *op. cit.*, pp. 313, 325-326 y 375. *La ingeniería civil mexicana. Un encuentro con la historia*, pp. 140, 142-143.
142. En la sección titulada Introducción de estructuras metálicas del capítulo 5.
143. *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*, vol. III, tomo II, pp. 286 y 288. Katzman, *op. cit.*, p. 313.
144. Luis Espinosa. «Memoria relativa al túnel de Tequixquiac», pp. 48-49.
145. *La ingeniería civil mexicana. Un encuentro con la historia*, pp. 143-144. Katzman, *op. cit.*, 1993, p. 327.
146. El hormigón o concreto armado había sido desarrollado en Francia y patentado en 1892 por el ingeniero Françoise Hennebique. *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*, vol. III, tomo II, pp. 285-286. Cuando el presente trabajo se encontraba en las correcciones finales tuvimos conocimiento del minucioso trabajo de Monica Silva Contreras, al cual remitimos para un análisis más de los materiales que se requerían. *Concreto armado, modernidad y arquitectura en México. El sistema Hennebique 1901-1914*.

147. Quien había realizado su carrera de ingeniería naval en Francia donde conoció el uso del «cemento armado», *Ibid.*, p. 287.
148. *La ingeniería civil mexicana. Un encuentro con la historia*, pp. 285-286. Katzman, *op. cit.*, pp. 329-330.
149. La iglesia de la Sagrada Familia se encuentra sobre la calle de Orizaba en la colonia Roma.
150. Tamayo, 1958, *op. cit.*, p. 56.
151. Denominado «Terra cotta lumber». Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 10960.
152. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 9913.
153. Conocimiento de materiales de construcción y determinación de su resistencia en el capítulo 3.
154. 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.
155. 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.
156. Riguzzi, *op. cit.*, pp. 46-50.
157. Katzman, *op. cit.*, p. 323.
158. Connolly, *op. cit.*, p. 99.
159. Katz, *op. cit.*, p. 185.
160. Katzman, *op. cit.*, p. 323. Bargallo, Modesto. «La metalurgia en México. B 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.
161. Riguzzi, *op. cit.*, pp. 49-50.
162. *Estadísticas económicas del Porfiriato*. *Op. cit.*, pp. 320-321, 324 y 331. Connolly, *op. cit.*, p. 370.
163. Katzman, *op. cit.*, p. 330.
164. Antecesora de Cementos Cruz Azul.
165. 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.
166. *Ibid.*, p. 84-86. Aun 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*, p. 102.
167. Estadísticas económicas del Porfiriato. *Op. cit.*, p. 319 *La ingeniería civil mexicana. Un encuentro con la historia*. *Op. cit.*, pp. 143-144.

168. Katzman, *op. cit.*, pp. 327 y 332-333.
169. Jiménez, *op. cit.*, pp. 75-76 y 82.
170. Katzman, *op. cit.*, p. 313.
171. 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. «El Colegio de Minería, la Escuela Nacional de Ingenieros y su proyección en otras instituciones educativas de la Ciudad de México (Siglo XIX)», *Formación de ingenieros en el México de siglo XIX*, p. 41.
172. 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.
173. Aun cuando anteriormente eran notadas las irregularidades presentadas con el paso del tiempo en el terreno, la gente solía opinar que las calles eran las que se elevaban (tal vez por el peso de los edificios circundantes). Téllez, *op. cit.*, pp. 49-50, 54-57.
174. Aun 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 desaguar 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. Esto no podría ser aplicado en el caso del desagüe general del Valle y de la ciudad. *Ibid.*, p. 5.
175. Katzman, *op. cit.*, p. 66.
176. Álvarez, 1919, *op. cit.*, pp. 5-6.
177. 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.
178. Álvarez, 1919, *op. cit.*, pp. 165-166.
179. Téllez, *op. cit.*, pp. 78-79. Como ya había propuesto anteriormente Lorenzo de la Hidalga.
180. *Ibid.*, pp. 72-76.
181. Téllez, *op. cit.*, pp. 58-65.
182. *La ingeniería civil mexicana. Un encuentro con la historia*, pp. 140 y 142.
183. Téllez, *op. cit.*, pp. 67-68.

184. Como en otros casos, el Teatro Nacional o Bellas Artes comenzó a hundirse desde su edificación, por lo que se recurrió a rodearlo con una ataguía de acero y a inyectar el terreno con «una mezcla de cemento y lechada de cal grasa». Gorostiza, *op. cit.*, p. 16.
185. *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*, vol. III, tomo II, p. 288. Katzman, *op. cit.*, p. 313.
186. Hoy Isabel la Católica.
187. Téllez, *op. cit.*, pp. 63-65 y 69-70. Álvarez, 1919, *op. cit.*, pp. 164-165.
188. *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*, vol. III, tomo II, p. 288.
189. *La ingeniería civil mexicana. Un encuentro con la historia*. pp. 285-286. Katzman, *op. cit.*, pp. 329-330.
190. 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*, p. 379.
191. Oropeza, *op. cit.*, p. 12.
192. Siguiendo al ingeniero de caminos Ángel Peimbert. Álvarez, 1919, *op. cit.*, p. 106.
193. El sistema fue obra del contratista inglés Pëter Green.
194. El dueño de la fábrica de gas era el húngaro Gabor Nappegy. Razo Oliva, *op. cit.*, pp. 133-134 y 141-143.
195. Morales, 1978, *op. cit.*, p. 217.
196. Rodríguez, *op. cit.*, pp. 185-188.
197. Aunque no se tiene la certeza que fuera hidroeléctrica. *La ingeniería civil mexicana. Un encuentro con la historia*. p. 136.
198. Mansilla, *op. cit.*, pp. 103-104.
199. Participaron 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.
200. Rodríguez Kuri, *op. cit.*, pp. 185-188.
201. *Ibid.*, 192-193.
202. Mansilla, *op. cit.*, pp. 103-104.
203. León, *op. cit.*, p.84
204. Valadés, José C. *El Porfirismo. Historia de un régimen*, tomo III, p. 111.
205. Publicándose en más de veinte ciudades norteamericanas y europeas.
206. Rodríguez Kuri, *op. cit.*, pp. 195-199.

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.
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. La coincidencia de apellidos ha provocado la confusión entre los dos Pearson. Weetman D. Pearson era un exitoso contratista inglés, especializado en puertos y ferrocarriles, dueño de Pearson & Son Ltd., que sería nombrado posteriormente Lord Cowdray. Mientras que Frederick Stark Pearson fue un ingeniero electricista norteamericano del Tufts College de Massachusetts, quien introduciría junto con inversionistas canadienses sistemas eléctricos y de tranvías en diversas ciudades canadienses, brasileñas y en Barcelona. Godoy Dárdano, Ernesto, «Un ingeniero y su imperio: Frederick Stark Pearson.» *Revista de la Universidad Nacional Autónoma de México*, vol. LI, junio, 1990, núm. 545.
215. En la Mexican Light and Power también participó Julio M. Limantour, hermano de José Ives Limantour. Álvarez de la Borda. *La Compañía de Tranvías de México, S.A. (The Mexico Transways Company) 1907-1910*, p. 54. Así como Pablo Macedo. Godoy Dárdano, *op. cit.*, p.39.
216. Rodríguez, *op. cit.*, pp. 199-200.
217. Idem, pp. 199-200.
218. León, *op. cit.*, p.85.
219. Godoy Dárdano, *op. cit.*, p.38.
220. Aun cuando, como se ha apreciado, la idea de obra pública y el efectivo beneficio común no siempre se cumplía prevaleciendo el interés económico.
221. 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.
222. Guerra, *op. cit.*, tomo I, pp. 303-606.
223. Connolly, *op. cit.*, pp. 69-70, 74-75. Por su parte, González de Cosío 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 Cosío, *op. cit.*, tomo I, p. 335.
224. Mansilla, *op. cit.*, pp. 16-17 y 41.
225. 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.

226. 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*, p. 65.
227. Riguzzi, *op. cit.*, pp. 46 y 67.
228. 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.
229. Connolly, *op. cit.*, p. 85.
230. *Proyecto para la construcción por cuenta del gobierno federal de siete ramales de vía férrea por tracción de sangre confluyente al ferrocarril mexicano.*
231. Mansilla, *op. cit.*, p. 55.
232. 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.
233. 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.
234. Mansilla, *op. cit.*, pp. 54-55.
235. Perló, *op. cit.*, pp. 72-73. Kuntz, *op. cit.*, pp. 117-118.
236. González de Cosío, *op. cit.*, tomo III, p. 135.
237. Riguzzi, *op. cit.*, p. 64.
238. 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.
239. Riguzzi, *op. cit.*, p. 78. Aun 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.
240. Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, exp. 7962.
241. Bonilla, *op. cit.*, p. 38.
242. Jiménez, *op. cit.*, p. 277-278.
243. Álvarez, 1918, *op. cit.*, p. 53.
244. Citado en Bazant, *op. cit.*, p. 244.
245. Leandro Fernández 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).

246. Aunque realizado desde 1887.
247. Bonilla, *op. cit.*, p. 37.
248. Perló, *op. cit.*, p. 129.
249. Connolly, *op. cit.*, pp. 65-66.
250. En esos siete años se otorgaron 81 autorizaciones de construcción de vías, pocas de las cuales eran acompañadas de subsidios, aunque éstas no produjeron ningún resultado, sin embargo, de manera general se tendieron 1,857 km. González de Cosío, *op. cit.*, tomo III, p. 138.
251. Fijándose como principal prioridad la terminación de la red que comunicaría 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.
252. Connolly, *op. cit.*, pp. 66, 76, 86 120-122 y 176.
253. «...otro antecedente importante del sector paraestatal moderno.» *Idem*, pp. 66 y 76.
254. 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.
255. 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.
256. González de Cosío, *op. cit.*, tomo III, p. 141.
257. Riguzzi, *op. cit.*, p. 63.
258. Connolly, *op. cit.*, p. 336.
259. Siendo parte de los accionistas de la empresa los herederos de Antonio Escandón.
260. 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.
261. Rodríguez Kuri, *op. cit.*, pp. 152-154.
262. Mansilla, *op. cit.*, pp. 90-91.

263. Rodríguez Kuri, *op. cit.*, pp. 33-34 y 154-156.
264. Perló, *op. cit.*, p. 191. *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*, vol. III, tomo II, p. 130.
265. Registrada en Londres pero con sede en Toronto.
266. 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.
267. Cuyo representante legal era Luis Riba y Cervantes, diputado suplente cuyo suegro era uno de los principales personajes del Ayuntamiento de la Ciudad de México, del cual él mismo formaba parte. Álvarez de la Borda, *op. cit.*, p. 73.
268. Rodríguez Kuri, *op. cit.*, pp. 156-157.
269. Álvarez de la Borda, *op. cit.*, pp. 36, 40-42.
270. González de Cosío, *op. cit.*, tomo III, p. 285.
271. Connolly, *op. cit.*, pp. 76, 92, 335 y 368.
272. León, *op. cit.*, pp. 63-64.
273. Firmando los contratos de los puertos en 1898 y el del ferrocarril al año siguiente. Connolly, *op. cit.*, pp. 76 y 92, 121-122. El ferrocarril fue inaugurado en enero de 1907, así como los puertos, aun cuando éstos no estaban totalmente terminados. González de Cosío, *op. cit.*, tomo III, p. 291.
274. Connolly, *op. cit.*, pp. 90-93.
275. González de Cosío, *op. cit.*, tomo III, p. 285.
276. *Ibid.*, pp. 285-286, 296-297.
277. Connolly, *op. cit.*, pp. 311-313.
278. *Ibid.*, pp. 321-323.
279. *Ibidem*, pp. 330-332.
280. Acordando que Eads nombraría a 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.
281. Connolly, *op. cit.*, pp. 332-333.
282. *Ibid.*, pp. 334-335.
283. Egresado de la Escuela de Ingenieros en 1877.
284. Connolly, *op. cit.*, pp. 335-342.
285. Como ya se dijo las obras se le dieron a la compañía inglesa Symond y Cía., por lo que también aparece la discusión de las mismas en el Instituto de Ingenieros Civiles de Londres.
286. *Diario Oficial de los Estados Unidos Mexicanos*. 10 de marzo de 1877 y 19 de septiembre de 1877. Riva Palacio, *op. cit.*, p. 367.

287. Perló, *op. cit.*, pp. 64-66.
288. 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 comprobarían posteriormente los hechos. Garay, *op. cit.*, p. 17.
289. Como años atrás también había propuesto el ingeniero Miguel Iglesias. Véase en el capítulo V. Reinicio de las obras hidráulicas. Primeros pasos en la realización del desagüe del Valle de México.
290. Espinosa sostenía que no se consideraban «los casos excepcionales», ya que «éstos complicarían y obligarían a dar un ensanche oneroso e inconveniente a las obras». *Op. cit.*, p. 37.
291. Pasando de los 35 metros cúbicos propuestos por Garay a 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.
292. 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.
293. *Ibid.*, p. 17. Perló, *op. cit.*, pp. 64-68.
294. *Ibidem*, p. 72.
295. *Ibid.*, pp. 71-72.
296. Mansilla, *op. cit.*, p. 93.
297. Perló, *op. cit.*, pp. 92-93.
298. 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, ya que se recurrió a nuevos ingenieros. *Ibid.*, pp. 101 y 110.
299. *Ibid.*, pp. 99-104.
300. Formada nuevamente por los mismos integrantes.
301. *Ibid.*, pp. 104-110.
302. Debido a las complicaciones se optó por sustituir el túnel en varias partes por un canal.
303. Rodríguez, *op. cit.*, pp. 148-149.
304. Perló, *op. cit.*, pp. 103-104, 122-129, 136-137.
305. 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.
306. *Ibid.*, pp. 175-177.

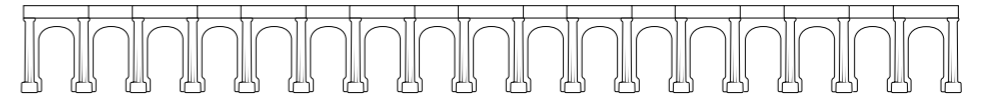


307. *Ibid.*, pp. 228, 232 y 250.
308. «Obras de arte» como se les solía denominar.
309. Garay, *op. cit.*, pp. 20 y 34.
310. Perló, *op. cit.*, p. 187. Garay había calculado que su proyecto constaría alrededor de diez millones. Garay, *op. cit.*, p. 35.
311. Quien era el gerente de la Compañía Mexicana de Gas y Luz Eléctrica.
312. Sistema similar al que operaba en Londres.
313. Lo que obviamente se ajustaba a los intereses de la compañía de luz.
314. El contrato celebrado en 1883 establecía que era obligación de la empresa la limpieza 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 Kuri, *op. cit.*, pp. 168-169.
315. 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*. 1886, tomo I, p. 68. Mansilla, *op. cit.*, p. 171.
316. 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.
317. El cual aparece en los *Anales de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México* de 1892.
318. Mansilla, *op. cit.*, p. 172. Perló, *op. cit.*, pp. 192, 197 y 223.
319. Estos dos últimos también formarían parte de la Junta del Desagüe pero hasta 1899. Perló, *op. cit.*, p. 224.
320. Miranda Pacheco, Sergio. *El financiamiento de las obras públicas en la Ciudad de México*. 1896-1903, pp. 8-12.
321. Mansilla, *op. cit.*, pp. 177-178.
322. *Ibid.*, p. 179. Perló, *op. cit.*, pp. 225, 227 y 252.
323. Citado en Perló, *op. cit.*, pp. 252-255 y 260-261.
324. Siendo aproximadamente de 36 por mil para 1900. Rodríguez, *op. cit.*, pp. 86 y 95.
325. *Anales de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México*. 1886.
326. Suficiente para cien habitantes, como el número de habitantes por casa no excedía de 44, aquellas casas que contaban con un pozo eran autosuficientes.

327. 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.
328. 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.
329. Para 1910 la población de la ciudad llegará a 471 066 personas.
330. 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 esta opción se realizaría 40 años más 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*, pp. 3, 44, 67, 95, 118-119. Mansilla, *op. cit.*, pp. 109 y 184.
331. Marroquín y Rivera. *Memoria descriptiva de las obras de provisión de aguas potables para la Ciudad de México*, pp. 171 y 229-231.
332. Mansilla, *op. cit.*, pp. 185 y 196. Perló, *op. cit.*, p. 245.
333. González, Luis, *op. cit.*, p. 999.
334. 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.
335. Mansilla, *op. cit.*, pp. 188-189 y 196. Perló, *op. cit.*, p. 245.
336. Valadés, *op. cit.*, p. 111.
337. Connolly, *op. cit.*, pp. 76 y 96.
338. *Ibid.*, pp. 94-96 y 343-344.
339. *Ibid.*, pp. 93-95 y 117.
340. Ayala, *op. cit.*, p. 136.
341. Tamayo, 1972, *op. cit.*, p. 196.
342. Perló, *op. cit.*, p. 71.
343. Romero Navarrete, Lourdes. «Legalidad y conflictos por las aguas del Nazas. El litigio entre la compañía del Tlahualilo y el Gobierno de México, 1885-1912», *Estudios de Historia Moderna y Contemporánea de México*, p. 56.
344. González de Cosío, *op. cit.*, tomo IV, p. 296-297.
345. Jiménez, *op. cit.*, p. 97.
346. La presa Requena sería iniciada por el mismo Lascurain hasta 1919 y concluida en 1926. Tamayo, 1972, *op. cit.*, p. 198.
347. Dicho informe es presentado al Ayuntamiento de la Ciudad de México.
348. Biblioteca Histórica del Palacio de Minería.



## EPÍLOGO



### DESARROLLO Y PERIODIZACIÓN GENERAL

Avanzar en la comprensión de la introducción y el desempeño de la ingeniería civil en nuestro país fue el propósito que guio el presente trabajo. A lo largo del periodo estudiado, México sufrió cambios importantes que lo llevarían desde el surgimiento como nación independiente hasta el ambivalente desarrollo porfirista, 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: la formación académica instituida en planes de estudio que sustentaron las prácticas educativas, así como el desempeño profesional de los ingenieros civiles y de los constructores en general.

Desde los albores del México independiente, se fue haciendo evidente la necesidad de impulsar el desarrollo nacional como también la importancia de la educación para este fin. A pesar de que no mucho tiempo después se presentarían intentos de reformas económicas y educativas, éstas no pudieron fructificar debido a diferencias ideológicas y a conflictos internos. Los constantes enfrentamientos políticos y armados repercutían en la ya de por sí precaria situación económica, decayendo de manera notable la actividad constructiva, al mismo tiempo que era descuidada la cuestión educativa hasta casi

351

← Guillermo de Landa y Escandón supervisando las obras del lago de Chapultepec  
© 35007 CONACULTA. INAH. SINAFO. FN. México

mediados del siglo XIX. Los pocos logros alcanzados, tanto a nivel educativo como de infraestructura, estuvieron más vinculados a cuestiones castrenses o se debieron más a esfuerzos e intereses particulares regionales.<sup>1</sup> La situación de estancamiento económico general y de falta de una política de desarrollo nacional repercutiría de manera importante en el sector de la construcción, especialmente en las primeras décadas independientes en las que se realizó el menor número de obras de todo el periodo estudiado.

Ya desde la década de 1840-1850 reiniciaba, aunque muy lentamente, la actividad constructiva en la Ciudad de México, la cual fue alentada, entre otras cosas, por la ley de desamortización.<sup>2</sup> La incipiente renovación urbana de la ciudad propiciaría el surgimiento de los primeros desarrollos y negocios inmobiliarios. Al mismo tiempo, con el paso a la segunda mitad del siglo XIX, aun cuando los conflictos continuaban, se llegarían a presentar algunas coincidencias en torno a la nación que se deseaba. De esta forma, se lograron impulsar reformas importantes, tanto académicas como económicas, con lo que se comenzó a generar una política de estado sobre estos temas. De manera generalizada, se fue manifestando la idea de promover el desarrollo material del país, que se materializó con la creación del Ministerio de Fomento. En el intento por impulsar una política de desarrollo nacional, el Estado amplía su competencia en estos temas; a la par, pretendía delimitar su propia competencia al introducir el concepto de «obras de utilidad pública», las cuales buscaban el beneficio general en contraste con aquellas de carácter puramente particular. El surgimiento de una política económica y de obras públicas estuvo acompañado de la preocupación por contar con profesionistas capacitados para crear la infraestructura que se deseaba para el país, lo cual llevaría a la introducción de estudios profesionales de ingeniería civil. A pesar de estos avances, aun cuando se presentó una incipiente reactivación constructiva, ésta sería todavía muy reducida.

Con excepción de las obras ferroviarias, la labor constructiva continuó en números modestos hasta el crecimiento económico alcanzado posteriormente a la consolidación del Porfiriato cuando se presentó un auge constructivo y de las obras públicas, al mismo tiempo que los ingenieros civiles adquirieron una mayor importancia tanto académica como profesional. De esta manera,

se incrementó la labor constructiva, lo que sería más marcado para el cambio de siglo (aun 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 invirtió la tendencia anterior en el que el crecimiento de la población no se reflejaba en el de la ciudad, al ser mayor el incremento de la extensión urbana (quintuplicándose) que el demográfico. El crecimiento económico y la adquisición de nuevas técnicas constructivas permitieron la construcción de gran número de edificios para las nuevas necesidades, lo que llevó a modernizar la estructura urbana de la Ciudad de México. De esta manera, en este periodo se encuentra el mayor número de obras de todo el periodo estudiado. A la par, se comenzaron a desarrollar trabajos de urbanización, pero sería hasta que estaba por concluir el siglo XIX cuando se realicen de manera considerable en apertura de calles y pavimentación, en la introducción de energía eléctrica, así como en el saneamiento y abastecimiento de agua potable. Dentro de estas últimas, son de desatacar las obras de la Ciudad y Valle de México, las cuales serían concluidas al comenzar el siglo XX. En cuanto a la obra pública, fue hasta la década de 1880 cuando se comenzaría a disponer de los recursos para realizar obra pública a gran escala, principalmente por parte del poder federal quien era el único capacitado para contraer deuda exterior. De esta forma, durante el Porfiriato se produce un aumento significativo de la obra pública aunque, como en el caso de la edificación, concentrada en ciertas ciudades o puntos económicamente importantes.

## INTRODUCCIÓN Y DESARROLLO DE LOS ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL

---

Ya desde 1833 se planteó la introducción de la carrera de ingeniería civil, sin embargo, como había sucedido con las reformas educativas en general, no lograría consolidarse.<sup>3</sup> De esta manera, ante la ausencia de una formación de ingeniería civil y la debilidad de la carrera de arquitectura, aquellos mexicanos que deseaban estudiar ingeniería civil, debieron realizar sus estudios en

el extranjero, opción accesible para muy pocos. Para mediados de siglo, se comenzó a plantear, de manera generalizada, la necesidad de contar con ingenieros civiles capaces de realizar las obras materiales que el país requería.<sup>4</sup> A pesar del consenso sobre la urgencia de estos profesionales, sus estudios no pudieron incorporarse al Colegio de Minería debido principalmente a la oposición del gremio minero.<sup>5</sup> De esta manera, sería en la Academia de San Carlos, que buscaba impulsar no sólo la educación arquitectónica sino complementarla con los últimos avances constructivos, donde se introducirían por primera vez estudios profesionales de ingeniería civil en 1857 con la creación de la carrera de Ingeniero Civil y Arquitecto o Ingeniero Arquitecto. Posteriormente, con la restauración de la República se realizó una reforma educativa general que integró a las diferentes escuelas en un proyecto integral. En el caso del Colegio de Minería, por fin, logró superar su enfoque minero para establecerse como Escuela de Ingenieros que pasó a depender del Gobierno por lo que desapareció el Fondo Dotal de Minería. Al agrupar las distintas ramas de la ingeniería, la nueva escuela sería la encargada de impartir la Ingeniería Civil, lográndose establecer por primera vez como carrera independiente.

354

Con el establecimiento de la carrera de Arquitecto e Ingeniero Civil se comenzó a ofrecer una formación más integral enfocada a la construcción, tanto de edificación como de obras públicas. La nueva carrera conjuntó la formación estética de la arquitectura con la técnica constructiva enfocada a la creación de infraestructura como caminos y ferrocarriles, puentes y obras hidráulicas, siendo la primera vez que estos conocimientos se impartan, fuera del ámbito militar, en el país. Posteriormente, al surgir la carrera de Ingeniería Civil de manera independiente retomaría algunas características de la carrera de Ingeniero Arquitecto, a la vez que se llevaría consigo las materias de infraestructura: la de Puentes, canales y obras en los puertos, así como Caminos comunes y ferrocarriles. Ya desde la introducción de estudios de Ingeniería Civil en San Carlos podemos apreciar algunas características que continuarían durante el desarrollo de la carrera de Ingeniería Civil. En principio, se buscaba ofrecer a los alumnos unas buenas bases matemáticas y físicas así como, por otro lado, no se privilegiaban solamente las cuestiones teóricas sino que se fomentaba el aspecto práctico de la formación, lo que se aprecia en la exigencia

de prácticas y en los trabajos finales necesarios para poder graduarse. Este enfoque práctico así como la realización de sus prácticas en algunas de las principales obras que se estaban realizando permitían un mayor vínculo con el medio profesional y una más fácil incorporación laboral.

Durante el Porfiriato se consolida la formación física y matemática, como también los aspectos mecánicos y los enfocados a la construcción práctica, introduciéndose y diversificándose algunas materias. Los estudios de ingeniería civil seguirían distinguiéndose por su vinculación con las materias enfocadas a la creación de infraestructura, lo que llevaría incluso a cambiar el nombre de la carrera por el de Ingeniero de Caminos, Puertos y Canales de 1883 a 1897, a la vez que se seguiría dando gran importancia a la parte práctica de la formación de los ingenieros civiles. Las prácticas finales solían realizarse en grandes obras civiles, especialmente en las ferroviarias o en trabajos hidráulicos (sobre todo en el puerto de Veracruz), lo que repercutiría también en las preferencias en los trabajos de titulación.

La introducción de estudios de ingeniería civil conllevaba incorporar los nuevos materiales y técnicas constructivas que estaban surgiendo, lo que sería más marcado con el Porfiriato, cuando se dio una mayor incorporación en los planes de estudio de temas sobre nuevos materiales y métodos constructivos, como fue el caso no sólo de los ferrocarriles sino también de estructuras metálicas.<sup>6</sup> Ya en el Porfiriato, a pesar de que la importancia de la resistencia de materiales era cada vez más patente, su cátedra y su gabinete tardarían en consolidarse. Para fines de siglo, después de un largo proceso, se lograría establecer el laboratorio de resistencia de materiales,<sup>7</sup> pero al mismo tiempo dichos saberes fueron separados de la ingeniería civil para vincularse a la más incipiente ingeniería industrial, lo que no ayudó a su consolidación.<sup>8</sup> Aun cuando algunas cuestiones relacionadas se veían en otras materias,<sup>9</sup> sería hasta comienzos del nuevo siglo cuando se reintegraría propiamente la materia de resistencia de materiales a la carrera de Ingeniería Civil. Por otra parte, en algunas ocasiones los ingenieros mexicanos llegaron a complementar sus estudios en el extranjero, como en el caso del concreto reforzado, técnica aprendida por algunos ingenieros militares nacionales quienes, posteriormente, asociados con la firma de Hennebique, introdujeron este tipo de construcción en México.

355

Si en un principio fue necesario recurrir a un arquitecto extranjero como Cavallari para introducir una formación de ingeniería civil, posteriormente esta labor será desempeñada por ingenieros y arquitectos nacionales. En un principio, incorporando a uno de los primeros ingenieros civiles formado en el extranjero, Francisco de Garay y, ya en el Porfiriato, estas labores serían desempeñadas por ingenieros civiles ya formados en el país. De manera general, durante el régimen, los ingenieros civiles fueron adquiriendo una mayor importancia en las actividades docentes y de dirección de la Escuela.<sup>10</sup> El alto nivel de sus académicos, no sólo a nivel teórico sino también a nivel profesional, era uno de los factores que permitieron una más fácil integración laboral pues algunos eran destacados profesionistas en su área y colaboraban en algunas de las principales obras de la época.<sup>11</sup>

#### PARTICIPACIÓN Y DESEMPEÑO EN EL CAMPO LABORAL

356 Durante la primera mitad del siglo, si bien se contaba con la carrera de Arquitectura, ésta no ofrecía ni los conocimientos ni los egresados necesarios. Las condiciones conflictivas del país llevaron a que antes de que se lograran introducir estudios de ingeniería civil, se estableciera primero la formación de ingenieros militares, quienes llegaron a participar en algunas de las pocas obras constructivas de la época.<sup>12</sup> De igual forma, algunos egresados del Colegio de Minería trabajaron en algunas labores vinculadas con la ingeniería civil.<sup>13</sup> Al reiniciarse la actividad constructiva en el país, si bien los ingenieros militares siguieron participando en algunos trabajos, ya no tendrían el papel preponderante de la primera mitad del siglo, sino que comenzarían a destacar arquitectos extranjeros.<sup>14</sup> De igual forma, los primeros ingenieros civiles nacionales formados en el extranjero tendrían un destacado papel, por ejemplo, en los trabajos del desagüe de la Ciudad de México, en la introducción de puentes de hierro y en la construcción de calzadas y caminos.<sup>15</sup>

Con la creación de la carrera de Arquitecto e Ingeniero Civil en San Carlos, su sólida e innovadora formación les permitía a sus egresados integrarse

rápidamente en el campo laboral en el que tenían un destacado desempeño, convirtiéndose en el grupo mayoritario no sólo en edificación sino también en caminos y colaborando en ferrocarriles. Por otra parte, 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, continuarían colaborando en diversos trabajos.<sup>16</sup>

Una vez alcanzada la consolidación académica de la ingeniería civil durante el Porfiriato, sus egresados irían incorporándose de manera destacada en la creciente labor constructiva, pero conviviendo con otros profesionales. A pesar de la separación de la arquitectura y de que la ingeniería civil se enfocaba más en la creación de infraestructura, en la práctica sus labores muchas veces se sobreponían no estando claramente definidas sus diferencias. Por lo que, aun cuando los ingenieros civiles se incorporaron en labores ligadas a la construcción y a la obra pública durante el Porfiriato,<sup>17</sup> arquitectos e ingenieros diversos continuaban laborando en estas cuestiones. De manera general, los constructores nacionales tuvieron una importante participación y desempeño dentro del auge constructivo y de la obra pública porfirista.

357 En diversos campos laborales se ha podido apreciar que los ingenieros nacionales tenían ya una formación equiparable a los extranjeros. Es el caso de la edificación en general, en la que participaban tanto ingenieros civiles, ingenieros militares, ingenieros arquitectos y arquitectos mexicanos, los cuales contaban no sólo con la experiencia adquirida sino con una adecuada formación desde la introducción de estudios de ingeniería civil en San Carlos, la cual continuaría al establecerse la carrera de manera independiente (así como en el caso de los ingenieros militares). Los ingenieros nacionales también tuvieron un desempeño adecuado en obra pública no demasiado grande que, a diferencia de la gran obra pública, no requería gran maquinaria y financiamiento. En estos casos, los constructores nacionales pudieron desempeñarse adecuadamente tanto en la realización del proyecto como en la dirección de la obra a la par de los extranjeros. Dentro de este tipo de obras se encuentran la construcción de puentes (ya desde los ingenieros civiles formados en el extranjero); de caminos;<sup>18</sup> en obras hidráulicas no demasiado grandes;<sup>19</sup> algunos casos de

saneamiento y abastecimiento de aguas;<sup>20</sup> 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.<sup>21</sup> Aun 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 indica que estaban capacitados para dichas labores.<sup>22</sup>

A pesar de que algunos de los materiales eran en un principio importados, los ingenieros mexicanos lograron 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.<sup>23</sup> 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 y fue promovido por ingenieros militares nacionales a principios del siguiente siglo. Aun cuando por esos años volvería a incrementarse la labor de arquitectos extranjeros, éstos serían llamados principalmente por razones estéticas más que técnicas, al contrario de como sucedió a mediados del siglo XIX.<sup>24</sup> Es decir, para esta época los ingenieros nacionales se encontraban técnicamente a la altura de los extranjeros, lo que se aprecia en que pudieron desempeñarse en las obras a la par de los extranjeros e impartir de manera óptima las materias de la carrera de Ingeniería Civil.

Incluso en el caso de la obra pública mayor, si bien las constructoras extranjeras eran las que tenían la mayoría a su cargo, los ingenieros mexicanos colaboraron de forma sobresaliente en la realización de sus proyectos, especialmente en las obras hidráulicas. De esta manera, las principales obras hidráulicas realizadas durante el Porfiriato fueron concebidas por ingenieros nacionales (en particular 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, aun cuando no haya sido el realizado finalmente y fuera reemplazado por otro semejante, pero más modesto, desarrollado por el ingeniero de minas Luis Espinosa, quien colaboró hasta el final de los trabajos y junto con el ingeniero de caminos Isidro Díaz Lombardo.<sup>25</sup>

En el caso del desagüe interno de la Ciudad de México, el proyecto se comisionó directamente al ingeniero civil Roberto Gayol,<sup>26</sup> quien dirigió los trabajos incluido el periodo cuando por un tiempo se contrató a una empresa francesa. De igual forma, el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable desde los manantiales de Xochimilco a la Ciudad de México fue encargado directamente a otro ingeniero civil nacional: Manuel Marroquín y Rivera. En este caso no se contrató a ninguna empresa extranjera, sino que la misma Junta de Provisión de Aguas dirigió los trabajos.<sup>27</sup> De la misma manera, las obras del puerto más importante del país, el de Veracruz, aun cuando fueron realizadas por una empresa inglesa, los ingenieros nacionales así como algunos veracruzanos tuvieron una participación destacada en el proyecto de modernización.<sup>28</sup> Por su parte, las obras portuarias menores eran realizadas usualmente contratando ingenieros de manera particular e incluso algunas fueron realizadas mediante la administración directa del Gobierno.

## DESPLAZAMIENTO LABORAL DE LAS CONSTRUCTORAS E INGENIEROS NACIONALES

Los ingenieros nacionales se desempeñaron competentemente en diversos campos constructivos desde la edificación hasta la obra pública. Si bien hubo constructoras e ingenieros extranjeros en las obras más importantes, no se presenta lo que podría considerarse un desplazamiento generalizado, ya que la mayoría de los constructores eran nacionales, aunque sí mostrarían un desempeño diferenciado dependiendo del tipo de obra. A pesar de lo anterior, los ingenieros mexicanos sí llegarían a ser relegados en algunos campos laborales. Si bien se ha llegado a plantear que el desplazamiento de los ingenieros mexicanos se debió a cierta incapacidad técnica (principalmente al priorizar en su educación el aspecto puramente teórico dejando de lado la aplicación práctica), esta explicación ha sido cuestionada en los últimos años. Tal es el caso de los respectivos estudios de Ramos Lara y de Raúl Domínguez, quienes coinciden en que el desplazamiento de los ingenieros nacionales durante el Porfiriato

no debe pretender explicarse solamente a partir de deficiencias académicas, sino que tiene que enmarcarse dentro de las condicionantes sociales, económicas y políticas más amplias. De igual forma, ambos autores resaltan que dicho desplazamiento no afectó a todas las ingenierías por igual, sino de manera particular a las vinculadas con la industria, mientras que la ingeniería civil sería el caso más exitoso de desarrollo nacional.<sup>29</sup>

Se ha podido confirmar, por lo menos para el caso de la ingeniería civil, que no fue una formación demasiado teórica (como demuestra la importancia que se le concedía a las prácticas) ni su incompetencia profesional (al tener un adecuado desempeño laboral) lo que llevaba algunas veces a su desplazamiento sino que, efectivamente, las causas habría que buscarlas más allá de lo meramente académico. Para lo cual es necesario distinguir cuáles fueron aquellas áreas en las que los ingenieros civiles nacionales fueron efectivamente desplazados en el ámbito laboral.

Es en la gran obra pública donde principalmente se aprecia que los ingenieros mexicanos, y más específicamente las constructoras nacionales, sí fueron desplazados por compañías extranjeras. A diferencia de la edificación en general y de la obra pública mediana, para la realización de la gran obra pública se requerían mayores recursos tanto industriales como financieros. Es el caso, en un principio, del tendido de las principales líneas ferroviarias, por parte de compañías estadounidenses, las cuales aprovecharon la experiencia e impulso del sistema ferroviario norteamericano. Además, es importante resaltar también el diferente nivel competitivo, por un lado, en el tendido de vías, donde los ingenieros civiles llegarían a participar, y por el otro, en los aspectos relacionados con las locomotoras, donde efectivamente los ingenieros mecánicos e industriales nacionales no eran suficientes ni tenían una competencia adecuada, lo anterior aunado a que no se contaba con una industria nacional. De igual forma sucedería, posteriormente, con las obras del desagüe del Valle de México y de renovación de los puertos más importantes por parte de una compañía inglesa: la Pearson & Son.<sup>30</sup> Al respecto, el financiamiento inglés sería fundamental, así como el acceso a gran maquinaria que dicha empresa podía facilitar. Obviamente, las incipientes compañías nacionales no tenían oportunidad de competir con estas compañías extranjeras al no contar con los recursos ni la experiencia necesaria.<sup>31</sup>

Este desplazamiento de los constructores nacionales por los extranjeros no se debió a una falta de competencia técnica o teórica por parte de los ingenieros mexicanos, pues en muchas ocasiones llegarían a participar de manera destacada en dichas obras. Aun cuando las principales obras civiles fueron realizadas por constructoras extranjeras, algunos de sus proyectos serían desarrollados por ingenieros mexicanos, como en las obras hidráulicas, mientras que en los ferrocarriles, si bien las líneas principales eran realizadas por compañías e ingenieros extranjeros, los ingenieros mexicanos también llegan a participar en el tendido de las vías. Se aprecia entonces que en las principales obras relacionadas con la ingeniería civil, es decir, aquellas enfocadas a la creación de infraestructura, los ingenieros nacionales contaban con los conocimientos necesarios para realizar los diversos proyectos que se estaban requiriendo. El problema para llevarlos a cabo directamente se encontraba sobre todo en el aspecto empresarial, financiero e industrial más que en los conocimientos en el desempeño profesional, pues las constructoras nacionales no contaban con los recursos económicos, la experiencia ni la maquinaria apropiada por lo que no estaban en condiciones de competir con las grandes constructoras extranjeras para la realización de las obras civiles más ambiciosas.<sup>32</sup>

Además de la gran obra pública, los ingenieros también fueron excluidos, por lo menos en parte, en algunos otros sectores. Tal es el caso de los trabajos de delimitación de terrenos baldíos y colonización en los cuales se esperaba que los ingenieros nacionales hubieran colaborado, pero en realidad tuvieron una escasa participación. A pesar de la competencia técnica de los ingenieros nacionales y de la creación del Ministerio de Fomento,<sup>33</sup> el Gobierno optó generalmente por encargar los levantamientos de la tierra supuestamente ociosa, así como la colonización de la misma a particulares y compañías privadas, quienes serían los principales beneficiarios, al otorgarles un tercio o hasta la mitad de esos terrenos.<sup>34</sup> Algo parecido sucedió con los desarrollos inmobiliarios, los cuales, si bien estaban vinculados con la actividad constructiva, usualmente tenían una lógica más de tipo empresarial y estarían más relacionados con el grupo financiero-burócrata hegemónico y algunas veces asociados con extranjeros. Aunque algunos ingenieros llegaron a participar en estos negocios, no representaba su principal campo laboral y solían ser desplazados

de los puestos más importantes. Algo similar había sucedido con las primeras concesiones ferroviarias otorgadas sin mayor planificación, las cuales más que el tendido de vías, fomentaron la especulación al ser revendidas o únicamente fueron utilizadas para obtener ganancias a partir de las facilidades que traían consigo. En estos diversos casos, no sólo los ingenieros civiles serían desplazados, sino que también tendería a prevalecer el carácter más empresarial o incluso especulativo de estos negocios por encima de los intereses realmente constructivos o de interés público.

### PARTICIPACIÓN Y DESPLAZAMIENTO DE LOS INGENIEROS EN EL GOBIERNO

---

Además de su destacado desempeño laboral, los ingenieros mexicanos también se incorporaron en las labores de gobierno. Ya desde principios de la nación independiente se habían integrado en el Gobierno algunos «ingenieros», principalmente militares pero también egresados del Colegio de Minería, quienes 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 esta época se presentaba un estrecho 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 permanecería y en algunos momentos se incrementaría, como a principios de la década de 1880 cuando la Escuela pasa a depender del Ministerio, cuyas oficinas se trasladarían al Colegio.

Poco después de surgir la carrera de Ingeniería Civil de manera independiente, se creó la Asociación de Ingenieros y Arquitectos, la cual se proponía fomentar los conocimientos de estas profesiones para consolidarlas, así como contribuir al desarrollo nacional.<sup>35</sup> Durante la década de 1880 y junto con la

Secretaría de Fomento, la Asociación de Ingenieros y Arquitectos también se trasladaría al Palacio de Minería. El vínculo entre estas dependencias y la Asociación también fue reforzado al compartir algunos de sus funcionarios.<sup>36</sup> 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, lograría editar sus publicaciones en la oficina tipográfica del Ministerio de Fomento; mientras que éste pudo contar con personal técnico y de dirección capacitado, apoyándose en las opiniones de los miembros de la Asociación en caso de alguna controversia técnica. De manera general, 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.

Al mismo tiempo, durante el Porfiriato aumentó la penetración de ingenieros en la burocracia, encontrando ya a ingenieros civiles formados en el país en puestos importantes, principalmente en aquellos ligados con la infraestructura. A nivel federal, se incorporaron en el Ministerio de Fomento y, posteriormente, también en la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas. De igual forma sucedió a nivel local, por ejemplo, en el Ayuntamiento de la Ciudad de México. También participaron en las comisiones que fueron creadas en las diversas juntas directivas y en comisiones para resolver el abastecimiento de agua de la Ciudad de México, así como su desagüe y el del Valle de México. De manera general, los ingenieros se involucraron en diferentes dependencias del Estado y llegaron a representar 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, éstos no llegaron a integrarse como grupo definido dentro del Gobierno, permaneciendo normalmente al margen de las discusiones políticas de su momento. De esta forma, a pesar de su importancia creciente durante el Porfiriato, no serían los ingenieros los que conformarían un grupo hegemónico en el Gobierno, sino aquellos que se les ha denominado como «científicos» pero que, buscando definirlos más económicamente, se ha preferido nombrarlos como «burócratas-financieros». La consolidación de este grupo se aprecia



a nivel federal, donde el papel del Ministerio de Hacienda en las obras que se pretendían realizar iría desplazando 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 Ayuntamiento de la Ciudad de México y en el Gobierno del Distrito Federal, donde personajes del grupo político-financiero tendían a prevalecer para el cambio de siglo en sus gobiernos. Así como en las juntas especiales que se formaron para atender los problemas hidráulicos del Valle y Ciudad de México, donde de manera usual la voz principal en las negociaciones era la de Limantour.

Al ir aumentando el tamaño de la infraestructura necesaria, también lo haría los recursos requeridos, lo que junto con la consolidación del sistema bancario nacional, así como al ser nuevamente el país sujeto de crédito, hizo que el papel desempeñado por los intermediarios financieros y la Secretaría de Hacienda cobrara mayor importancia. De esta forma, el poder de negociación y decisión de miembros del grupo burócrata-financiero aumentaría, siendo Limantour el caso ejemplar pero no el único. El grupo de políticos-financieros se destacaría tanto por su posición en el Gobierno 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. Entre los distintos proyectos que fueron impulsados por este grupo no pocos tenían que ver con la obra pública, así como con otras actividades relacionadas. De esta forma, dicho grupo participaba en diversos negocios vinculados con las obras que se querían realizar en el país: los transportes, el deslinde de terrenos baldíos y los negocios de bienes raíces, entre otros, obteniendo en todos ellos cuantiosas ganancias.

## OBRA PÚBLICA E INTERESES PRIVADOS

---

Para el Porfiriato se contaba ya con una política de fomento de la obra pública, así como la idea de que dicha política debería priorizar el interés general, a la vez, se creó una segunda secretaría para impulsar estas cuestiones (la SCOP).

Por su parte, los ingenieros llegaron a alcanzar posiciones importantes del gobierno y a participar de manera relevante en los diversos proyectos constructivos. A pesar de lo anterior, y como sucedía en algunos sectores de su campo laboral, los ingenieros serían desplazados en la toma de decisiones de los proyectos a desarrollar. Los requerimientos económicos de la gran obra pública propiciaron que en la toma de decisiones adquirieran una mayor importancia las cuestiones financieras, así como la Secretaría de Hacienda por encima de Fomento y la SCOP. Lo anterior, junto con el preponderante papel que estaban tomando los miembros del grupo financiero-burócrata. De esta manera, era este grupo el que tenía la última palabra, no solamente en cuestiones económicas (por ejemplo, sobre el financiamiento), sino muchas veces también en torno a los proyectos de obra pública.

Conforme avanzaba el Porfiriato, fueron adquiriendo una mayor injerencia los intereses de empresarios, financieros y burócratas, los cuales lograban empatar sus intereses con las obras de beneficio público por lo que muchas veces solían priorizarse las cuestiones financieras y la búsqueda por impulsar sus negocios. De esta manera, los ingenieros tenderían a ser relegados a cuestiones técnicas, las cuales también llegarían a verse afectadas por factores financieros o políticos. De igual forma, a pesar de que las obras públicas, más allá del discurso político, buscaban un beneficio general, muchas veces se pueden apreciar intereses particulares que trataban de presentarse como de interés público, y que introducían, en menor o mayor medida, desviaciones del interés público supuestamente buscado.

El caso «paradigmático» del desagüe del Valle de México sirve para ilustrar el desplazamiento de intereses a la hora de la toma de decisiones. Desde mediados de siglo, la Secretaría de Fomento intentó impulsar dichas obras, contándose incluso con el proyecto integral de Francisco de Garay para librar a la ciudad de las inundaciones y dotarla de un desagüe interno y, a la vez, desarrollar canales navegables y aprovechar las aguas para riego. Pero sería hasta el Porfiriato cuando se impulsen de manera efectiva las obras, para lo cual se creó una Junta Directiva que, si bien integraba a ingenieros, era liderada por el ministro de Hacienda Limantour, quedando la Secretaría de Fomento únicamente a cargo de las cuestiones técnicas. Pero los asuntos financieros (y

políticos) repercutirán incluso en las decisiones técnicas, pues dejando de lado el proyecto integral de Garay, se optó por otro con menor capacidad propuesto por el ingeniero Luis Espinosa. El nuevo proyecto se centraba sólo en la cuestión del desagüe, pero ni siquiera cumplía cabalmente con dicho cometido pues no eliminaba por completo el riesgo de inundaciones.<sup>37</sup> Al parecer, el cambio de ruta tampoco sería el adecuado como señalaba ya el ingeniero Derote. De cualquier manera se optó por el nuevo proyecto, bajo el pretexto de un pretendido ahorro económico, si bien, a la larga, el mismo resultaría más caro que el presupuestado por Garay, a lo cual habría que sumar los costes que conllevaría el financiamiento extranjero.

La influencia de intereses particulares puede percibirse no solamente en las obras públicas, sino también en diversas cuestiones relacionadas con la ingeniería y la construcción y, en las cuales prevalecerían los intereses empresariales especulativos. Si bien no se rompió del todo con el interés público, si se daba una desviación de dicho interés para favorecer o privilegiar ciertos intereses particulares al momento de la toma de decisiones o en el caso de las políticas públicas. Lo anterior estaría unido a una falta de planificación pública de las obras, lo que conllevaría a la larga diversos inconvenientes. La influencia de intereses particulares se apreciaba en los desarrollos inmobiliarios desde la mitad del siglo, pero sería aún más patente cuando se incrementan de manera espectacular durante el Porfiriato. La planificación de los nuevos fraccionamientos se dejó a compañías y particulares por lo que no se contó con un proyecto urbanístico integral. Además, al participar el grupo de burócratas-financieros en estos negocios, muchas veces llegaron a utilizar sus relaciones en el Gobierno para favorecer dichos fraccionamientos e incrementar sus ganancias.<sup>38</sup> Incluso la introducción por parte del Gobierno de los servicios básicos tendería a privilegiar estos nuevos desarrollos sobre barrios anteriores y con una mayor densidad poblacional. Es el caso, aunque no único, de la Ciudad de México, donde la modernización urbana fue acentuando la polarización tradicional de la ciudad.<sup>39</sup>

De igual forma, se presentan inconvenientes al nivel del desarrollo de las vías de comunicación del país. Ya desde mediados de siglo, Antonio del Castillo planteaba que el desarrollo de las comunicaciones nacionales no tendría que estar enfocado, por lo menos no solamente, al exterior sino priorizar las

comunicaciones internas. Si durante la República restaurada se buscó impulsar el desarrollo carretero interno, esta política será dejada de lado durante el Porfiriato para enfocarse principalmente en los ferrocarriles. La red ferroviaria nacional conectará primordialmente del centro del país a la frontera norteamericana (en líneas construidas por compañías estadounidenses) así como a los principales puertos del país. Si bien el tren permite comunicar efectivamente diversas poblaciones a su paso, el esquema general tendrá un enfoque hacia el exterior que fomentará un sistema productivo de bienes primarios de exportación especialmente mineros. El centrarse en desarrollar las rutas ferroviarias de las principales ciudades internas hacia el exterior y en modernizar los puertos más importantes, si bien impulsaría diversos focos de auge constructivo y económico, generaría también un desarrollo diferenciado, ya que las principales obras se ubicarían en las ciudades o puertos más importantes.

En el presente estudio, se ha intentado resaltar no sólo la importancia del desarrollo constructivo a lo largo del siglo XIX, en particular durante el periodo de auge porfirista señalando los diferentes logros alcanzados, así como el destacado papel de los ingenieros nacionales dentro de los mismos, sino además, se ha pretendido recuperar también los claroscuros y limitantes de dicho desarrollo constructivo. De esta manera, se han retomado algunos de los inconvenientes e impactos negativos que la edificación y la obra pública porfiriana trajo consigo, buscando, de esta forma, obtener una visión más crítica y realista de nuestro objeto de estudio y de su impacto en la población.

Si bien desde mediados de siglo XIX, el Estado buscó impulsar el desarrollo de la economía y la infraestructura nacional, vio en los empresarios tanto nacionales como extranjeros al grupo indicado para llevar a cabo estos ideales. De esta manera, alentó a estos sectores en contra de otros (especialmente los de tipo gremial), lo que permitió a estos grupos de intereses obtener importantes ganancias, no siempre mediante la realización efectiva de las obras sino muchas veces a partir más bien de la especulación. Si bien el impulso a estos sectores y a sus negocios alcanzaría su auge con el Porfiriato era un proceso que ya se venía dando.<sup>40</sup> El delegar en los empresarios el proceso de desarrollo conllevaba claramente sus contradicciones, ya que el pretendido ideal liberal del «dejar hacer» era contrario a una política de Estado que dirigiera

el proceso productivo y de creación de infraestructura, por lo que ya para el Porfiriato muchas de las obras realizadas presentaban ciertos inconvenientes.<sup>41</sup> Además de la intervención de grupos específicos para obtener beneficios particulares, los proyectos desarrollados tendieron a concentrarse en los principales puntos económicos, a enfocarse hacia el exterior, y a propiciar la sectorización de la urbanización y de las obras de saneamiento en la ciudad.

## DEMOCRATIZACIÓN DEL PROYECTO DE DESARROLLO MATERIAL

En diversos momentos del presente estudio, ha resultado patente la importancia de una adecuada planificación de las obras públicas a desarrollar buscando priorizar efectivamente el beneficio general. En este proceso de planificación deben de ser prioritarias las soluciones óptimas desarrolladas por ingenieros competentes sobre estas materias que busquen cumplir con los intereses públicos que una obra específica busca satisfacer. Lo anterior no sólo al nivel de una obra en particular sino dentro de una planificación más integral de la infraestructura nacional y urbana. Dichas obras deben de poner el interés público general por encima de intereses particulares, si bien, muchas veces, se verán involucrados grupos de intereses tanto gubernamentales como empresariales, es prioritario tratar de no desviarse del interés general.

Una forma de conseguirlo es, obviamente mediante medidas de transparencia para prevenir la corrupción y los conflictos de intereses y evitar que predominen beneficios particulares. Pero otra forma de defender el interés general es a partir de una adecuada solución técnica al problema público que pretende resolverse la cual obviamente debe de ser presentada de manera pública transparente. En este sentido, los ingenieros pueden contribuir en la búsqueda de una solución basada en criterios técnicos que permita maximizar los beneficios generales y reducir los impactos negativos.

Lo anterior no quiere decir que se deben de dejar de lado los intereses particulares o de grupo en busca de favorecer un abstracto beneficio «público» o

general. Sino precisamente lo contrario, se debe buscar definir y transparentar en todos los casos cuál es el beneficio público buscado con cada obra en particular así como con los planes y proyectos generales de desarrollo infraestructural y urbano. En este sentido, es de suma importancia tomar en cuenta las opiniones de los distintos sectores de la población directamente afectada tanto de manera negativa como positiva. Es decir, dado que cierta población es la que se verá no sólo beneficiada sino en su caso también afectada por una obra específica es indispensable buscar democratizar la realización de la obra pública y el proyecto de desarrollo en general. Esto no quiere decir, disminuir el papel que los ingenieros tienen en la toma de decisiones en estas cuestiones sino darle toda su importancia al impacto que las obras de infraestructura desarrolladas por los mismos tienen en la conformación del espacio público y en el estilo de vida de la población. Es decir, tomar conciencia de los cambios sociales que produce la modificación de la infraestructura material y urbana por lo que el papel de los ingenieros no puede ser minorizado pero sin dejar de lado el rol que la población en general, como principales afectados, tiene en la concepción de dichos modelos de desarrollo material. Lo anterior es importante si se busca otorgarle a la ingeniería, en nuestro caso, a la ingeniería civil, toda la importancia que puede tener para una adecuada planificación del desarrollo de la infraestructura nacional.<sup>42</sup>

Por lo cual es indispensable que el diseño de cualquier plan de desarrollo se base en las necesidades y prioridades que una cierta población manifiesta, las cuales no compete definir ni a los ingenieros ni a los políticos. No es sino hasta que las prioridades e intereses han sido establecidos por la población afectada que el ingeniero entra en escena para buscar satisfacer dichos requerimientos de la manera más eficiente posible no sólo mediante obras concretas sino también con el diseño de un plan integral desarrollado en conjunto con la población.

La importancia del carácter democrático y planificado del modelo de desarrollo que se desee, en nuestro caso de la infraestructura material, no puede ser menospreciada en un país como el nuestro. Pues, como nos ha enseñado la historia, no solamente mediante el caso porfiriano, muchas veces los intereses de grupos particulares y la corrupción suelen desvirtuar el carácter de obras

particulares pero también y, más grave, llegan a imponer un cierto modelo de desarrollo que pretenden hacer pasar como impulsor del interés «público» e incluso nacional. Pero también la dependencia de la inversión extranjera suele imponer su propia agenda dentro del desarrollo económico nacional no sólo mediante una dependencia financiera, sino generando influencias negativas para el desarrollo de una industria y de la ingeniería nacional.

Es fundamental recuperar la defensa de nuestra libertad para buscar un modelo de desarrollo propio diseñado democráticamente y de nuestra capacidad como Estado soberano para impulsarlo. Sobre todo ahora que, como sucedió durante el Porfiriato, el liberalismo económico pretende presentarse como la única vía para el desarrollo. Como hemos tratado de resaltar mediante el caso del «liberalismo triunfante» porfirista, en nuestros días, nuevamente este modelo ha mostrado sus limitaciones y contradicciones por lo que es importante abrir la discusión sobre nuestra capacidad para definir el modelo de desarrollo que se desea, en nuestro caso específico, cuál es la cultura material que se pretende y, por lo tanto, cuál la infraestructura material y urbana a desarrollar.

## REFERENCIAS

1. Es el caso del sistema de diligencias o de algunas obras en el puerto de Veracruz, impulsadas principalmente por Manuel Escandón.
2. Así como por la ampliación de los límites de la ciudad establecida en 1854 y después por el terremoto de 19 de junio de 1858.
3. Una década más tarde se realizó otra reforma en el Colegio de Minería, pero que no llegó a romper con la hegemonía minera de la escuela, sino que sólo amplió su enfoque al conjunto de las riquezas naturales del país y su reconocimiento, al crear las carreras de geógrafo, naturalista y agrimensor.
4. A la vez que se introduce la carrera de Maestro de Obras en la Academia de San Carlos.
5. 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 estas cuestiones.
6. Ya desde la carrera de Ingeniero Arquitecto se impartían no sólo caminos «comunes» sino también de fierro. De igual forma, se planteó el estudio y utilización de estructuras metálicas, en un principio, principalmente en puentes. Con la República restaurada y el Porfiriato, el estudio de estructuras metálicas se va diversificando planteándose en edificaciones más allá de puentes y no sólo con hierro dulce y colado sino también acero. A pesar de lo anterior, el estudio de estructuras metálicas era aún superficial, centrándose en el armado de las estructuras y no tanto en el cálculo de éstas. Lo anterior, 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.
7. Por su parte, al parecer, 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.
8. El caso de la materia de Resistencia de materiales, que actualmente se considera como una parte indispensable de la ingeniería civil, nos recuerda que la delimitación de los campos propios de cada ingeniería es algo que se va conformando con el tiempo. En la época, a pesar de los avances y acuerdos sobre los saberes de ingeniería que se ofrecían, se seguían presentando debates no sólo sobre sus planes de estudio sino sobre cuáles ingenierías deberían ser impartidas.
9. Como Mecánica de las construcciones y en Estabilidad de las construcciones.

10. 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 ENI (además de su importante papel como catedráticos en otras escuelas). Por otra parte, a partir de 1895, cuando por primera vez un ingeniero civil ocupa la dirección de la Escuela Nacional de Ingenieros, los ingenieros de minas dejarán de prevalecer en ese cargo para ocuparlo principalmente ingenieros civiles.
11. Este era el caso desde el mismo Cavallari, así como de su sucesor en la clase de Caminos comunes y de fierro: el ingeniero arquitecto Eleuterio Méndez, uno de los primeros mexicanos en dirigir la construcción de ferrocarriles. Con la creación de la carrera de Ingeniería Civil, Eleuterio Méndez pasará a impartir su cátedra ahora en el Palacio de Minería. Mientras que para impartir Puentes, canales y obras en los puertos se incorporó al 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. También será profesor, el ingeniero arquitecto Antonio M. Anza, quien 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. Ya bien entrado el Porfiriato, se incorporarán algunos de los ingenieros civiles que participaron en las principales obras hidráulicas realizadas en el país, como Roberto Gayol, experto en los trabajos de saneamiento (profesor de Ingeniería sanitaria, quien sería sustituido por otro ingeniero civil destacado: Mateo Plowes); y Manuel Marroquín y Rivera, introductor de la red de agua potable en la Ciudad de México (profesor de Vías de comunicación fluviales y obras hidráulicas de toda especie a partir de 1897), quien sería sustituido después por su colaborador, Alberto J. Pani.
12. Además 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 éstas, encontrándolos en trabajos geográficos y cartográficos, e incluso se incorporan en diversas escuelas.
13. Participan principalmente en cartografía y exploraciones geográficas, no sólo ingenieros de minas y ensayadores, sino también agrimensores, cuya introducción será una de las innovaciones académicas importantes del periodo.
14. 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 además de introducir estudios de ingeniería civil también haría diversas contribuciones prácticas relevantes.

15. Francisco Somera ocuparía cargos destacados en el Gobierno federal y de la Ciudad de México, lo que aprovecharía para impulsar el desarrollo del primer fraccionamiento moderno del país; mientras que Francisco de Garay propondría un ferrocarril de México a Veracruz con tracción animal y se incorporaría a los trabajos del desagüe del Valle.
16. Se desempeñaron principalmente en caminos, pero también algunos en ferrocarriles, participando unos cuantos ingenieros de minas y topógrafos en las obras del desagüe.
17. Lo que se aprecia en la indefinición entre la arquitectura y el ingeniero arquitecto que prevalecerá hasta finales del siglo XIX.
18. Donde colaboran los primeros ingenieros civiles formados en el extranjero pero también los primeros ingenieros-arquitectos incorporándose ya para principios del Porfiriato algunos ingenieros civiles de la ENI.
19. Por ejemplo, la desecación de la ciénaga 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 Zacateca, proyectada por Manuel Marroquín y Rivera en 1895 y construida posteriormente por otro ingeniero civil: Alberto J. Pani.
20. Algunos realizados también por Alberto J. Pani.
21. Colaborando en la segunda el ingeniero civil Francisco Jiménez y siendo dirigidas la tercera y la cuarta por Roberto Gayol.
22. En el caso de los ferrocarriles, los ingenieros nacionales no sólo llegan a supervisar las obras y a resolver controversias técnicas para el gobierno sino que incluso en algunas ocasiones se involucran en la dirección del tendido de vías.
23. 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.
24. Por ejemplo, en los edificios de correos y de comunicaciones de los arquitectos italianos Adamo Boari y Silvio Contri respectivamente, aun 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 catedrático en la Escuela de Ingenieros pero en la clase de composición, es decir, se enfocaba a cuestiones arquitectónicas.
25. Como recuerda Manuel Perló, a pesar de la importante participación de la constructora de Pearson en la realización de las obras del desagüe del Valle de México «debe recordarse que la concepción original, el diseño y la supervisión de la obra fue responsabilidad y mérito de varias generaciones de ingenieros y técnicos mexicanos», *op. cit.*, p. 209.

26. Gayol estudió diversos sistemas en algunas ciudades norteamericanas. Su proyecto fue aceptado por el Ayuntamiento en 1895 con algunas ligeras modificaciones de los ingenieros Luis Espinosa, Manuel Marroquín y Rivera y Leandro Fernández.
27. En la Junta de Provisión de Aguas se encontraba Leandro Fernández como Secretario de Comunicaciones y Obras Públicas. También colaboró de manera destacada el ingeniero civil Alberto J. Pani.
28. 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, aun cuando sería realizado por la Pearson bajo la dirección de un ingeniero extranjero.
29. Ramos Lara interpreta el desarrollo diferenciado de las diversas ingenierías durante el Porfiriato apoyándose en la teoría de los sistemas complejos para resaltar la influencia no sólo del sistema económico y político nacional sino también de agentes externos, como inversores y constructoras extranjeras. A partir de lo cual, Ramos Lara demuestra que la solución no podía quedarse solamente al nivel educativo, pues implicaba la necesidad de una política que impulsara la ciencia básica y aplicada enfocada a la innovación tecnológica y al desarrollo industrial, cuya ausencia llevó a una dependencia científica y tecnológica que repercutió en profesiones como ingeniería eléctrica e industrial, a diferencia principalmente de lo que sucedía con la ingeniería civil. *Vicisitudes de la ingeniería en México (Siglo XIX)*, en particular el capítulo final. Raúl Domínguez, por su parte, en su estudio sobre la ingeniería civil a principios del siglo XX, resalta la importancia del desarrollo de cada área de la ingeniería dentro de la economía nacional para el desarrollo relativo de las diferentes ingenierías en el ámbito académico. Así, sostiene que «el problema de la insuficiencia de preparación práctica no se limitaba a los recursos con los que podían contar las instituciones educativas especializadas, sino que rebasaba los linderos de lo académico, para integrarse de manera amplia en la vida económica de la nación, según los diversos niveles de desarrollo registrados en las múltiples instancias que la componen. De forma evidente, aquéllas con el mayor rezago relativo reflejaban tal rezago en los estándares escolares de las especialidades que les correspondían, como en el caso de la ingeniería eléctrica o la industrial». Lo que Domínguez contrasta también con el caso más exitoso de la ingeniería civil. *La ingeniería civil en México, 1900-1940. Análisis histórico de los factores de su desarrollo*, p. 34.

30. La Pearson & Son no sólo colaboró en las obras del desagüe, sino que construyó los tres puertos más grandes y conectó dos de ellos mediante ferrocarril (Coatzacoalcos y Salina Cruz).
31. Nuevamente, Raúl González ha apuntado hacia este enfoque que prioriza las limitantes de las constructoras nacionales sobre las académicas, así, sostiene que en el Porfiriato «aun cuando la ingeniería civil mexicana contaba ya con capacidad efectiva para la construcción, no se contaba, en cambio, con empresas locales constituidas que conjugaran en la práctica los diversos factores de la producción y de la administración». *La ingeniería civil en México, 1900-1940. Análisis histórico de los factores de su desarrollo*, p. 69.
32. Algo similar sucederá en el caso de la construcción con estructuras metálicas para puentes y edificación. Si bien ya desde mediados de siglo, ingenieros nacionales proyectaban estructuras metálicas y, posteriormente, participarían en edificaciones con dichas estructuras, por lo general éstas solían encargarse a compañías extranjeras con mayor acceso a estos materiales y especializadas en su construcción.
33. Aun cuando se llegaba a alegar la falta de ingenieros nacionales para delegar dichos trabajos en diversos particulares y compañías, ya desde mediados de siglo ingenieros militares y egresados del Colegio de Minería habían colaborado en trabajos cartográficos y geográficos incluso más complicados, así como algunas veces el Gobierno llegaría a ocuparse directamente de la medición y trazado de nuevas poblaciones.
34. De esta manera se adjudicaron cerca de 50 millones de hectáreas, es decir, una quinta parte del territorio nacional a particulares, como la familia Escandón, y compañías, muchas de ellas extranjeras.
35. Aunque conformada en su mayoría por ingenieros-arquitectos, desde un principio los ingenieros civiles tendrán un papel fundamental en la Asociación y, posteriormente, los ingenieros en general. La Asociación tendrá como primer director al ingeniero civil Francisco de Garay, y en puestos importantes a algunos de los maestros de la nueva carrera de ingeniería civil. 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, al aceptar no solo civiles sino egresados de cualquier ingeniería.
36. En la Asociación se da la tendencia a elegir como presidentes a ingenieros con cargos relevantes 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 en su momento.

37. El proyecto de Luis Espinosa estaba calculado a partir del caudal medio conocido y no del máximo histórico.
38. 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.
39. 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 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, aun cuando mejoran, siguen indicando las malas condiciones higiénicas de los capitalinos. Al poniente y surponiente se desarrollaron nuevas y amplias colonias con servicios modernos y con mayores áreas verdes para gente de altos recursos por lo que, a pesar de su baja densidad demográfica, en este sector se dará la mayor expansión de la ciudad. Mientras que en el centro y la periferia se incrementaba el hacinamiento de los trabajadores que llegaban a la ciudad. Si bien se construyeron algunas colonias al oriente de la ciudad las mismas eran para clases populares sin comunicaciones adecuadas y con los servicios mínimos.
40. 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.
41. Si bien, por otra parte, el mismo desarrollo económico y constructivo llevará ya en el Porfiriato a desarrollar cierta intervención en el mercado ya sea de manera directa por el Estado o mediante el surgimiento de monopolios en algunos sectores. Es el caso de los ferrocarriles donde se trata de contrarrestar la influencia de las empresas extranjeras, sobre todo norteamericanas, con una política más intervencionista y nacionalista que llevará a la creación de la compañía de Ferrocarriles Nacionales de México (con participación mayoritaria del gobierno) que controlaría la mayoría de la red nacional. En otros sectores también se presenta, sino una planificación si una tendencia por controlar la producción y el mercado impulsada básicamente por los intereses del grupo burócrata-financiero, el cual tenderá a controlar algunos de los principales mercados ligados con la obra pública, la construcción y los negocios inmobiliarios mediante el establecimiento de incipientes monopolios por lo menos en la Ciudad de México. Algo similar sucederá en el caso en el sistema de producción y distribución eléctrica para alumbrado público y privado y de fuerza motriz (incluyendo los tranvías) en el centro del país.
42. Ramos Lara. *Vicisitudes de la ingeniería en México (Siglo XIX)*, pp. 193 y 198.



ANEXO 1

SEGUIMIENTO HISTÓRICO DE LOS PLANES  
DE ESTUDIO DE ARQUITECTURA  
Y DE INGENIERO ARQUITECTO

← Escaleras del Palacio de Minería © 1765-082 CONACULTA. INAH. SINAFO. FN. México



<p><b>ARQUITECTURA 1847</b></p> <p><b>Primer año</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aritmética</li> <li>• Álgebra</li> <li>• Geometría</li> <li>• Dibujo al natural</li> </ul> <p><b>Segundo año</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analítica [geometría]</li> <li>• Cálculo diferencial e integral</li> <li>• Dibujo de arquitectura</li> </ul> <p><b>Tercer año</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mecánica</li> <li>• Geometría descriptiva</li> <li>• Dibujo de arquitectura</li> </ul> <p><b>Cuarto año</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estereotomía</li> <li>• Mecánica de las construcciones y construcción práctica</li> <li>• Composición de arquitectura</li> </ul> <p>Álvarez, 1906, <i>op. cit.</i>, p. 6.</p>	<p><b>ARQUITECTO E INGENIERO CIVIL (INGENIERO ARQUITECTO) 1857</b></p> <p><b>Primer año</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trigonometría</li> <li>• Geometría analítica</li> <li>• Física</li> <li>• Dibujo y explicación de los órdenes clásicos.</li> <li>• Ornato arquitectónico</li> </ul> <p><b>Segundo año</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Secciones cónicas</li> <li>• Cálculo diferencial e integral</li> <li>• Copia de monumentos de todos los estilos</li> <li>• Química inorgánica</li> </ul> <p><b>Tercer año</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mecánica racional</li> <li>• Geometría descriptiva</li> <li>• Composición y combinación de las partes de un edificio con detalles de su construcción</li> <li>• Elementos de geología y mineralogía</li> <li>• Topografía</li> </ul> <p>Álvarez, 1906, <i>op. cit.</i>, pp. 12-14.</p>	<p><b>Cuarto año</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicaciones de la geometría descriptiva</li> <li>• Teoría estática de las construcciones</li> <li>• Arte de proyectar</li> <li>• Dibujo de Máquinas</li> </ul> <p><b>Quinto año</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mecánica aplicada</li> <li>• Teoría de las construcciones y estática de las bóvedas</li> <li>• Composición de los edificios</li> <li>• Estética de las Bellas Artes e historia de la arquitectura</li> <li>• Instrumentos geodésicos y su aplicación</li> </ul> <p><b>Sexto año</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción de caminos comunes y de fierro</li> <li>• Construcción de puentes, canales y demás obras hidráulicas</li> <li>• Arquitectura legal</li> </ul> <p><b>Séptimo año</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Práctica con un ingeniero arquitecto titulado</li> <li>• Al terminar se debía acompañar el examen profesional con dos proyectos: uno de un ferrocarril y otro de un puente.</li> </ul>
<p><b>ARQUITECTURA 1867</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geometría descriptiva aplicada</li> <li>• Geología y mineralogía aplicadas a los materiales de construcción</li> <li>• Copia de toda clase de monumentos</li> <li>• Mecánica aplicada a las construcciones</li> <li>• Estática de las construcciones</li> <li>• Estática de los bóvedas</li> <li>• y teoría de las construcciones</li> <li>• Arte de proyectar</li> <li>• Dibujo de Máquinas</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estética de las Bellas Artes e Historia de la arquitectura</li> <li>• Conocimiento de instrumentos topográficos y sus aplicaciones a la práctica</li> <li>• Arquitectura legal</li> </ul> <p>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.</p>	<p><b>INGENIERO ARQUITECTO 1869</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geometría analítica</li> <li>• Álgebra superior</li> <li>• Cálculo infinitesimal</li> <li>• Geometría descriptiva</li> <li>• Topografía</li> <li>• Dibujo topográfico</li> <li>• Mecánica analítica y aplicada</li> <li>• Estereotomía</li> <li>• Carpintería</li> <li>• Dibujo arquitectónico</li> <li>• Conocimiento de los materiales de construcción</li> <li>• Mecánica de las construcciones</li> <li>• Composición</li> <li>• Estética, Bellas Artes y monumentos</li> <li>• Arquitectura legal</li> <li>• Presupuestos y avalúos</li> </ul> <p>Díaz y de Ovando, tomo III, <i>op. cit.</i>, pp. 2566-2568.</p>	

<p><b>ARQUITECTURA 1877</b> <b>Cursaran en Bellas Artes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geometría descriptiva</li> <li>• Elementos de mineralogía y geología con una clasificación y análisis químico de los materiales de construcción empleados en la capital</li> <li>• Mecánica racional y aplicada</li> <li>• Estereotomía</li> <li>• Construcción práctica</li> <li>• Arquitectura legal</li> <li>• Ordenes clásicos</li> <li>• Historia de las Bellas artes</li> <li>• Un año de estudio sobre la escultura</li> <li>• Ejercicios variados de dibujo.</li> </ul> <p>Diario Oficial de los Estados Unidos Mexicanos Jueves 8 de febrero de 1877</p>	<p><b>ARQUITECTURA 1892</b> <b>Cursos profesionales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mineralogía</li> <li>• Topografía</li> <li>• Carpintería</li> <li>• Construcción práctica</li> <li>• Avalúos</li> <li>• Ordenes clásicos</li> <li>• Copia de Monumentos</li> </ul> <p>Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, gaveta 73, exp. 8147.</p>
<p><b>ARQUITECTURA 1897</b> Cuatro años de dibujo y de acuarela que deberán hacerse antes de concluir la preparatoria</p> <p><b>Quinto año</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Matemáticas superiores</li> <li>• Geometría descriptiva</li> <li>• Ornato modelado</li> <li>• Curso general teórico-práctico de órdenes clásicos y copia de monumentos de la antigüedad</li> <li>• Curso teórico-práctico de Ornamentación</li> <li>• correspondiente a los estilos egipcio, griego y romano</li> </ul> <p><b>Sexto año</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mecánica analítica</li> <li>• Estereotomía</li> <li>• Curso general teórico-práctico de copia de monumentos</li> <li>• de la Edad Media y detallado de construcciones moderna</li> <li>• Curso teórico-práctico de Ornamentación correspondiente</li> <li>• a los estilos latino, morisco, bizantino, románico y ojival</li> <li>• Estudio de rocas y conocimiento práctico de materiales</li> <li>• de construcción, particularmente del país.</li> </ul>	<p><b>1893</b></p> <p>Se retoma el plan de estudios de 1869 de ingeniero arquitecto.</p> <p>AHUNAM. ENI. Dirección. Correspondencia. Caja 3. Exp. 19.</p> <p>Diario Oficial del supremo Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos Sábado 25 de diciembre de 1897.</p> <p><b>Séptimo año</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mecánica aplicada a las construcciones</li> <li>• Carpintería y estructuras de fierro</li> <li>• Historia de las Bellas Artes</li> <li>• Curso general teórico-práctico de copia de monumentos del Renacimiento y detallado de construcciones modernas</li> <li>• Curso teórico-práctico de ornamentación correspondiente a los estilos del Renacimiento.</li> </ul> <p><b>Octavo año</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción práctica y estática gráfica</li> <li>• Clase teórico-práctica de composición y concurso de composición</li> <li>• Práctica en las obras</li> </ul> <p><b>Noveno año</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Topografía</li> <li>• Presupuestos, avalúos y arquitectura legal y sanitaria.</li> <li>• Contabilidad y administración de obras.</li> <li>• Clase teórico-práctica de composición</li> </ul>

ANEXO 2

**SEGUIMIENTO HISTÓRICO  
DE LOS PLANES DE ESTUDIO DE INGENIERO CIVIL  
Y DE INGENIERO DE CAMINOS**

<p><b>INGENIERO CIVIL 1867</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mecánica aplicada a las construcciones</li> <li>Estudio especial de los materiales de construcción</li> <li>Dibujo arquitectónico que comprenda todos los estilos</li> <li>Composición de edificios</li> <li>Historia de la arquitectura</li> <li>Caminos comunes y de fierro</li> <li>Construcción de puentes y canales</li> <li>Práctica</li> </ul> <p>Ley orgánica de Instrucción Pública en el D.F. Diario Oficial del 7 de diciembre de 1867</p>	<p><b>INGENIERO CIVIL 1868</b></p> <p><b>Primer año</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Geometría analítica</li> <li>Álgebra superior y cálculo infinitesimal</li> <li>Geometría descriptiva</li> <li>Topografía</li> <li>Teoría y práctica del dibujo topográfico</li> <li>Hidráulica</li> </ul> <p><b>Segundo año</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mecánica analítica y aplicada</li> <li>Estereotomía</li> <li>Dibujo arquitectónico</li> <li>Conocimiento de los materiales de construcción y de los terrenos en que deban establecerse las obras</li> </ul> <p><b>Tercer año</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mecánica de las construcciones</li> <li>Carpintería de edificios</li> <li>Caminos comunes y de fierro</li> <li>Composición</li> </ul> <p><b>Cuarto año</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Puentes, canales y obras en los puertos</li> <li>Composición e historia de la arquitectura</li> <li>Prácticas en obras públicas, comisiones científicas y en empresas ferrocarrileras</li> </ul> <p>Reglamento de la ley orgánica de instrucción pública del D.F. El Monitor Republicano. 1° de febrero de 1868.</p>
<p><b>INGENIERO CIVIL 1869</b></p> <p><b>Primer año</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Matemáticas superiores</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>Geometría analítica</li> <li>Álgebra superior y cálculo Infinit.</li> <li>Geometría descriptiva</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>Topografía</li> <li>Dibujo topográfico</li> </ul> <p><b>Segundo año</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mecánica analítica y aplicada</li> <li>Estereotomía</li> <li>Dibujo arquitectónico</li> </ul> <p><b>Tercer año</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mecánica de las construcciones</li> <li>Carpintería de edificios</li> <li>Caminos comunes y de fierro</li> <li>Conocimiento de los materiales de construcción y de los terrenos en que deban establecerse las obras</li> </ul> <p><b>Cuarto año</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Puentes, canales y obras en los puertos</li> <li>Composición</li> </ul> <p>AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio, cursos, caja 19, exp. 2.</p>	

<p><b>INGENIERO DE CAMINOS, PUERTOS Y CANALES 1883</b></p> <p><b>Primer año</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Geometría analítica y cálculo infinitesimal</li> <li>Álgebra superior</li> <li>Geometría descriptiva</li> <li>Topografía e hidromensura</li> <li>Dibujo topográfico</li> <li>Práctica de Topografía e hidromensura</li> </ul> <p><b>Segundo año</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mecánica analítica y aplicada</li> <li>Estereotomía y carpintería</li> <li>Dibujo arquitectónico</li> <li>Hidrografía y Meteorología</li> <li>Práctica de estereotomía y carpintería y Meteorología</li> <li>Después de los exámenes práctica de mecánica</li> </ul> <p><b>Tercer año</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Teoría mecánica de las construcciones y construcción práctica</li> <li>Conocimiento de materiales de construcción</li> <li>Dibujo de máquinas y arquitectónico</li> <li>Durante el año práctica de construcciones</li> <li>Después de los exámenes práctica de conocimiento de materiales</li> </ul> <p><b>Cuarto año</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Puentes, canales y obras en los puertos</li> <li>Composición</li> <li>Caminos comunes y ferrocarriles</li> <li>Después durante un año práctica en caminos comunes, ferrocarriles, canales u obras en los puertos</li> </ul> <p>AHUNAM. ENI. Dirección. Informes y reglamentos, caja 8, exp. 29.</p>	<p><b>INGENIERO CIVIL 1897</b></p> <p><b>Primer año</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Matemáticas superiores</li> <li>Geometría descriptiva</li> <li>Legislación de tierras y aguas</li> <li>Dibujo topográfico y arquitectónico</li> <li>Hidrografía y meteorología</li> </ul> <p><b>Segundo año</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mecánica analítica</li> <li>Estereotomía</li> <li>Capintería y estructuras de fierro</li> <li>Dibujo topográfico y arquitectónico</li> <li>Física matemática</li> </ul> <p><b>Tercer año</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mecánica general aplicada</li> <li>Estabilidad de las construcciones</li> <li>Hidráulica e ingeniería sanitaria</li> <li>Dibujo de máquinas y arquitectónico</li> </ul> <p><b>Cuarto año</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vías de comunicación fluviales y obras hidráulicas de toda especie</li> <li>Vías de comunicación terrestres</li> <li>Dibujo de Composición</li> <li>Economía política</li> <li>Práctica durante dos meses de topografía estereotomía, carpintería y estructuras de fierro, construcciones civiles, mecánica general aplicada</li> <li>Asistencia a la clase de aplicaciones de la electricidad (transporte de fuerza y a la tracción)</li> </ul> <p>AHUNAM. ENI. Asuntos escolares. Sociedades y asociaciones, caja 33, exp. 2.</p>	<p><b>INGENIERO CIVIL 1902</b></p> <p><b>Primer año</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Matemáticas superiores</li> <li>Geometría descriptiva</li> <li>Topografía e Hidrografía</li> <li>Dibujo topográfico</li> <li>Dibujo Arquitectónico</li> <li>Práctica de topografía</li> </ul> <p><b>Segundo año</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Primer curso de Mecánica (Mecánica analítica)</li> <li>Estructuras de fierro, estereotomía y carpintería</li> <li>Dibujo arquitectónico</li> <li>Dibujo topográfico</li> <li>Física matemática</li> </ul> <p><b>Tercer año</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Segundo curso de Mecánica (Mecánica aplicada)</li> <li>Estabilidad de las construcciones (Métodos analíticos y gráficos)</li> <li>Hidráulica y sus aplicaciones</li> <li>Procedimientos de const., conocimiento y resist. d materiales</li> <li>Dibujo arquitectónico</li> <li>Dibujo de máquinas</li> <li>Práctica de mecánica aplicada</li> </ul> <p><b>Cuarto año</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Cursos de ingeniería civil: Ferrocarriles</li> <li>Carreteras</li> <li>Puentes</li> <li>Al final un año de prácticas</li> <li>Diario oficial del supremo gobierno de los Estados Unidos Mexicanos. Lunes 13 de enero de 1902. pp.1-4.</li> </ul> <p>AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Cursos. Caja 20, exp. 23 y caja 21, exp. 30.</p>
---	---	---



## BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez de la Borda, Joel y Javier Lazarín Guillén. *La Compañía de Tranvías de México, S.A. (The Mexico Tramways Company) 1907-1910*. Tesis de Licenciatura en Historia. México, UAM Iztapalapa, 2000.
- Álvarez, Manuel Francisco. *El Dr. Cavallari y la carrera de ingeniero civil en México*. México, A. Carranza y Comp. Impresores, 1906.
- \_\_\_\_\_. *Memoria descriptiva del Palacio de Minería*. México, Secretaría de Instrucción Pública y Bellas Artes. 1909.
- \_\_\_\_\_. *El Palacio de Minería*. México, Secretaría de Instrucción Pública y Bellas Artes, 1910.
- \_\_\_\_\_. *La enseñanza de la arquitectura en el extranjero y en México y Proyecto*. México, Antigua imprenta de Murguía, 1914.
- \_\_\_\_\_. *Recuerdo histórico de la Asociación de ingenieros y arquitectos*. México, 1918.
- \_\_\_\_\_. *Algunos datos sobre cimentación y piso de la cd. de México y nivel del lago de Texcoco a través de los siglos*. México, Talleres Tipográficos de José Balleca, 1919.
- \_\_\_\_\_. *Una visita al Ferrocarril de Veracruz hecha hace cincuenta años (1872)*. México, American Book and Printing Co., 1923.
- Anales de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México*. México. Diversos años.
- Arce Gurza, Francisco et al. *Historia de las profesiones en México*. México, COLMEX, 1982.
- Arciniega, Hugo. «Los palacios de Themis», *Anales del Instituto de Investigaciones Estéticas*, México, UNAM, primavera, año/vol. XXII, núm. 076, 2000.
- Ayala, Beatriz, y Graciela Herrera. *Ingenieros en la Independencia y la Revolución*. México, UNAM, SEFI, 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-astrólogos e ingenieros (siglos XVII al XIX)*. México, UNAM, 2004.

387

← Calle 5 de Mayo antes de la demolición del Teatro Nacional  
© 29 1448-064 CONACULTA. INAH. SINAFO. Fototeca CNMH. México

- \_\_\_\_\_. *De las minas al laboratorio. La demarcación de la geología en la ENI (1795-1895)*. México, UNAM, 2005.
- Báez Macías, Eduardo. *Guía del archivo de la Antigua Academia de San Carlos*. Varios tomos. México, UNAM, Instituto de Investigaciones Estéticas.
- \_\_\_\_\_. *Historia de la Escuela Nacional de Bellas Artes (Antigua Academia de San Carlos) 1781-1910*. México, UNAM, 2009.
- Bargallo, Modesto. «La metalurgia en México. Bosquejo histórico», *Anales de la Sociedad Mexicana de historia de la Ciencia y de la Tecnología*. México, No. 3, 1972.
- Baz, Gustavo y Eduardo Gallo. *Historia del ferrocarril mexicano*. Edición facsimilar de la primigenia de 1874. México, Cosmos, 1977.
- Bazant, Mílada. *Historia de la educación durante el Porfiriato*. México, COLMEX, 2000.
- Bellingeri, Marco e Isabel Gil Sánchez. «Las estructuras agrarias bajo el Porfiriato», en Ciro Cardoso (coord.), *México en el siglo XIX, 1821-1910*. México, Nueva Imagen, 1992.
- Bonilla Galindo, Isabel. «Un ingeniero mexicano. La obra de Santiago Méndez», *Mirada ferroviaria*. Núm. 7, enero-abril de 2009.
- Bramontes, Luis. «Ingeniería civil y obras públicas en México», *Anales la Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y la Tecnología*. México. No. 3, 1972.
- Campos Salgado, José Ángel. «Historia urbana tipología y arquitectura. El caso de la zona Alameda», *Investigación y Diseño. Anuario de posgrado*. No. 01, México, UAM-X, CyAD, 2004.
- Cassinello Pérez, Fernando. *Construcción. Hormigonería*. Madrid, Editorial Rueda, 1996.
- Castillo, Carlos Martín del (coord.). *La Construcción de un país: Historia de la Ingeniería Civil Mexicana*. México, CICM, IPN, 2007.
- Connolly, Priscilla. «Lo público y lo privado de las obras públicas en México: Los primeros cien años», *Sociológica*. Año 8, Número 22, mayo-agosto, 1993, México, UAM Azcapotzalco.
- \_\_\_\_\_. *El contratista de don Porfirio: obras públicas, deuda y desarrollo desigual*. México, FCE, El Colegio de Michoacán, 1997.
- Cosío Villegas, Daniel. *La Constitución de 1857 y sus críticos*. FCE, México, 1973.
- Cossío, José L. *Guía retrospectiva de la Ciudad de México*. México, Inversora Bursátil, Casa de Bolsa, 1990.
- De la Torre, Federico. *La ingeniería en Jalisco en el siglo XIX*. Guadalajara, Universidad de Guadalajara, Centro de Enseñanza Técnica Industrial, Colegio de Ingenieros Civiles de Jalisco A. C., Gobierno del Estado de Jalisco, Secretaría de Desarrollo Urbano, 2010.

- Díaz, Lilia. «El liberalismo militante», en *Historia General de México*, México, COLMEX, 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. México, UNAM, Facultad de Ingeniería, 1998.
- Domínguez, José Raúl. *La ingeniería civil en México 1900-1940. Análisis histórico de los factores de su desarrollo*. México, IISUE, 2013.
- Dublán, Manuel y José María Lozano. *Legislación Mexicana. Colección completa de las disposiciones legislativas*. Tomo II. Disco compacto. México, Suprema Corte de Justicia de la Nación, COLMEX, Escuela Libre de Derecho, 2004.
- Escamilla González, Francisco Omar. «El laboratorio de resistencia de materiales de construcción de la Escuela Nacional de Ingenieros de México (1892)». *Boletín de Monumentos históricos*. México, INAH, tercera época, núm. 4, mayo-agosto, 2005.
- Estadísticas Económicas del Porfiriato. Fuerza de trabajo y actividad económica por sector*. México, COLMEX, 1960.
- Estadísticas sociales del Porfiriato. 1877-1910*. México, Secretaría de Economía. Dirección General de Estadística. Talleres Gráficos de la Nación, 1956.
- Fernández, Justino. «Guía del Archivo de la Antigua Academia de San Carlos 1781-1800». Suplemento 3 del núm. 37 de los *Anales del Instituto de investigaciones Estéticas*, México, 1968.
- Flores Bustamante, José Humberto. *Homenaje de la Asociación del Heroico Colegio Militar a Los Directores del H. Colegio Militar de México*. México, 1999.
- Flores Clair, Eduardo. *Minería, educación y sociedad. El Colegio de Minería, 1774-1821*. México, INAH, 2000.
- Garay, Adrián. *Juicio sobre las obras del desagüe del Valle de México*. Imprenta Mundial, México, 1930.
- García Barragán, Elisa. «El arquitecto Lorenzo de la Hidalga», *Anales del Instituto de Investigaciones Estéticas*, México, UNAM, Núm. 80, 2002.
- Garibay, Roberto. *Breve historia de la Academia de San Carlos y de la Escuela Nacional de Artes Plásticas*. UNAM, México, 1990.
- Godoy Dárdano, Ernesto. «Un ingeniero y su imperio: Frederick Stark Pearson.», *Revista de la Universidad Nacional Autónoma de México*. México, UNAM, vol. LI. Junio, 1990, núm. 545.
- González de Cosío, Francisco. *Historia de las obras públicas en México*. Tomo I, III y IV. México, SCT, 1999.
- González, Luis «El liberalismo triunfante», en *Historia General de México*. Tomo II. México, COLMEX, 1981.

- González Pedrero, Enrique. *País de un solo hombre: El México de Santa Anna*, vol. II. México, FCE, 2003.
- Gorostiza, José. *El Palacio de Bellas Artes*. Edición facsimilar. México, INAH, Siglo XXI, 2007.
- Gresham Chapman, John. *La construcción del Ferrocarril Mexicano. 1837-1880*. México, SepSetentas, 1975.
- Guerra, François-Xavier. *México: del Antiguo Régimen a la Revolución*. México FCE. Tomo I, 1988, tomo II, 1995.
- Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*. México, UNAM, FCE, 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*. México, Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, 1944.
- 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)*. México, Dédalo, 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*. México, Nueva Imagen, 1992.
- Katz, Friedrich. *Ensayos mexicanos*. México, Alianza, 1994.
- Katzman, Israel. *Arquitectura del siglo XIX en México*. 2ª ed. México, Trillas, 1993.
- Kuntz Ficker, Sandra. *Empresa extranjera y mercado interno. El ferrocarril Central Mexicano 1880-1907*. México, COLMEX, 1995.
- La ingeniería civil mexicana. Un encuentro con la historia*. México, CICM, 1996.
- La Universidad de México 1910*. México, UNAM, 1990.
- Llanas y Fernández, Roberto. *Ingeniería en México, 400 años de historia. Obra pública en la Ciudad de México*. México, UNAM, Instituto de Ingeniería, 2015.
- León López, Enrique G. *La ingeniería en México*. México, SepSetentas, 1974.
- López Sarrelangue, Delfina. Coapa. *La ciénaga de la culebra y las aguas dulces (1500-1968)*. México, IPN, 2012.
- Ludlow, Leonor. «La ciudad frente a los altibajos de la política económica y el sostén del Banco Nacional de México», en «Instantáneas» de la Ciudad de México. *Un álbum de 1883-1884*. Tomo I. México, UAM, Instituto Mora, 2013.
- Lundgreen, Peter. «Engineering Education in Europe and the U.S.A., 1750-1930: The Rise to Dominance of School Culture and the Engineering Professions», *Annals of Science*, vol. 47, 1990.
- 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. México, UNAM, Acatlán, 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*. México, Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento, 1901.
- \_\_\_\_\_. *Memoria Descriptiva de las Obras de Provisión de Aguas Potables para la Ciudad de México*. México, Imprenta y Litografía Müller Hnos., 1914.
- Méndez, Santiago. *Tratado sobre caminos comunes, ferrocarriles y canales, construcción de puentes ordinarios, oblicuos, de madera, de fierro y suspendidos; teoría del vapor, y su aplicación a las locomotoras y navegación*. México, Imprenta Literaria, 1865.
- Miranda Pacheco, Sergio. *El financiamiento de las obras públicas en la Ciudad de México. 1896-1903*. Ponencia para el 2º Congreso Nacional de Historia Económica. México, UNAM, Facultad de Economía, octubre, 2004.
- Moncada Maya, José Omar. «El ingeniero militar Miguel Constanzó en la Real Academia de Bellas Artes de San Carlos de la Nueva España». *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. Universidad de Barcelona, vol. VII, núm. 136, 1º de marzo de 2003.
- Moles Batlle, Alberto et al. *La enseñanza de la ingeniería mexicana, 1792-1990*. México, SEFI, 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*. México, Siglo XXI, 1978.
- \_\_\_\_\_. 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*. Universidad de Barcelona, vol. VII, núm. 146 (016), 1º de agosto de 2003.
- Morelos Rodríguez, Lucero. *La geología mexicana en el siglo XIX. Una revisión histórica de la obra de Antonio del Castillo, Santiago Ramírez y Mariano Bárcena*. México, Secretaría de Cultura de Michoacán, Plaza y Valdés, 2012.
- Moya Contreras, Arnaldo. *Arquitectura, historia y poder bajo el régimen de Porfirio Díaz. Ciudad de México, 1876-1911*. México, CONACULTA, 2012.
- Narváez, Miriam. *Catálogo del fondo de la Escuela Nacional de Ingeniería*. México, UNAM, 1985.
- Oropeza, Gabriel M. «Las nivelaciones de la ciudad de México y las consecuencias que de ellas se deduce», *Memorias de la Sociedad Científica «Antonio Alzate»*. México, Imprenta del Gobierno Federal en el ex-Arzbispado, 1898.
- Orozco y Berra, Manuel. *Apuntes para la historia de la geografía en México*. México, Arda, 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 Secretaría de Fomento, 1887.
- Palavicini, Félix F. *México Historia de su evolución constructiva*. Tomo II. México, Libro, 1945.
- Perló Cohen, Manuel. *El paradigma porfiriano. Historia del desagüe del Valle de México*. México, UNAM, IIS, Porrúa, 1999.
- «Profesantes que se han titulado en la Escuela Nacional de Ingenieros desde el año de 1859 hasta el 30 de noviembre de 1941.» *Revista Ingeniería*. México, número extraordinario, enero, 1942.
- Ramírez, Santiago. *Datos para la historia del Colegio de Minería*. México, UNAM, SEFI, 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 de Doctorado. México, 1996.
- \_\_\_\_\_. «La mecánica Clásica y su enseñanza en el Colegio de Minería (1800-1867).» En *Contactos* # 37, julio-septiembre 2000.
- \_\_\_\_\_. *Formación de ingenieros en el México de siglo XIX*. México, UNAM, UAS, 2007.
- Razo Oliva, Juan Diego. *De cuando San Carlos ganó la Lotería y hasta casa compró e Informe sobre ciegos*. México, UNAM, ENAP, 2008.
- Reséndiz Rodea, Andrés. «Lo húmedo y lo seco. Fronteras y polarización social en la plástica mexicana del siglo XIX», *Anales del Instituto de Investigaciones Estéticas*. México, UNAM, otoño, año/vol. XXV, número 083.
- 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*. México, El Colegio Mexiquense, 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*. México, Imprenta de Francisco Díaz de León, 1877.
- Rivera, Agustín. *Anales mexicanos: la Reforma y el Segundo Imperio*. México, UNAM, 1994.
- Rodríguez Camarena, Edgar Omar. *Desarrollo de la carrera de Ingeniería Civil en México. Desde su creación hasta las primeras décadas del siglo XX*. Tesis de Licenciatura de Ingeniería Civil. México, UNAM, 2010.
- Rodríguez Kuri, Ariel. *La experiencia olvidada. El ayuntamiento de México: política y gobierno, 1876-1912*. México, COLMEX. UAM Azcapotzalco, 1996.

- Rodríguez Morales, Leopoldo Elizondo. *El campo del constructor a través de la certificación y su expresión en la esfera pública. Siglos XVII y XIX, Ciudad de México*. Tesis de Doctorado en Historia y Etnohistoria. México, ENAH, 2008.
- Romero Navarrete, Lourdes. «Legalidad y conflictos por las aguas del Nazas. El litigio entre la compañía del Tlahualilo y el gobierno de México, 1885-1912», *Estudios de Historia Moderna y Contemporánea de México*. UNAM, IIH, vol. 24, 2002.
- Safford, Frank. *The ideal of the practical. Colombia's struggle to form a technical elite*. University of Texas Press, 1976.
- Salmerón, Alicia y Fernando Aguayo (Coord.) «Instantáneas» de la Ciudad de México. *Un álbum de 1883-1884*. Instituto Mora. Dos tomos. México, UAM, Cuajimalpa, 2013.
- Sánchez Arreola, Flora Elena. *Catálogo del Archivo de la ENBA*. UNAM, IIE, 1998.
- Sánchez Lamego, Miguel A. *El Origen de los Ingenieros Militares en el Mundo y en México*. México, Imp. y Fotolitografía «Offset Vera», 1949.
- \_\_\_\_\_. *Generales de ingenieros del ejército mexicano 1821-1914*. México, 1952.
- Sánchez Mejorada de Gil, Alicia. *La Columna de la Independencia*. México, Jilguero, 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, Secretaría de Obras Públicas, 1976.
- Staples, Anne. «La constitución del estado nacional.», en Arce Gurza, Francisco et al. *Historia de las profesiones en México*. México, COLMEX, 1982.
- Talavera, Abraham. *Liberalismo y Educación*. Tomos I y II. México, SepSetentas, 1973.
- Tamayo, Jorge L. *Breve reseña de la Escuela Nacional de Ingenieros*. México, La Esfera, 1958.
- \_\_\_\_\_. «La ingeniería hidráulica en México», *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-astrólogos e ingenieros (siglos XVII al XIX)*. México, UNAM, 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*. México, Siglo XXI. 1978.

- Valadés, José C. *El Porfirismo*. México, UNAM, 1987. Tomo II, El crecimiento; *tomo III, Historia de un régimen*.
- Valle-Arizpe, Artemio del. *La muy noble y leal Ciudad de México según los relatos de sus cronistas*. México, Lectorum, 2004.
- Vázquez, Josefina Zoraida. «Los primeros Tropiezos», en *Historia General de México*. México, COLMEX. 1981.
- Zea, Leopoldo. *El positivismo en México. Nacimiento, apogeo y decadencia*. México, FCE. 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*. México, Nueva imagen, 1997.





## REFERENCIAS ICONOGRÁFICAS

<i>Portada.</i> Construcción del Palacio Legislativo, posteriormente Monumento a la Revolución. Guillermo Kahlo. No. 88694 CONACULTA, INAH, SINAFO, Fototeca Nacional (FN), Fondo Casasola, México.		
<i>Presentación.</i> Edificio de Rectoría y de la Biblioteca Central de la Universidad vistos desde la Facultad de Ingeniería. IISUE/AHUNAM/ Colección Universidad, Sección Edificios Antiguos, CU 2812.		IV
<i>Prólogo.</i> Inauguración de casa de bombas de Santa Cruz, Xochimilco. No. de negativo 229 sn. CONACULTA, INAH, SINAFO, Fototeca Constantino Reyes-Valerio (FCR-V) de la Coordinación Nacional de Monumentos Históricos (CNMH). Todas las reproducciones de este fondo han sido autorizadas por el INAH.		XII 397
<i>Introducción.</i> Ciudad Pullman Buenavista. <i>Caminos de Hierro</i> . México. SCT. FNM. 1996, p. 125.		XX
<i>Contenido.</i> Escaleras del Palacio de Minería. Foto propia.		XXVIII
<i>Primera parte.</i> Topógrafos. Fondo Fotográfico del Archivo Histórico del Palacio de Minería, UNAM.		XXXIV
<i>Capítulo 1.</i> Mapa de México-Tenochtitlan atribuido a Hernán Cortés. <i>Espléndida narración de Fernando Cortés acerca de la Nueva España...</i> Nuremberg, 1524.		2

← Puente Atoyac, Veracruz, Ferrocarril Mexicano, ca. 1887

	Acueducto de Chapultepec a Tenochtitlan atribuido a Nezahualcoyotl. Códice Panes-Abellán, vol. IV, lám. 148.	4	Ingeniero Antonio del Castillo. Tomada de <i>Bosquejo Geológico de México</i> , Oficina Tipográfica de Fomento, 1896.	39	
	Acueducto del padre Tembleque. Recuperado el 6 de marzo de 2016 de <a href="http://www.trotamexico.com/es/articulo/hidalgo/zempoala/zonas-arqueologicas/lu/acueducto-del-padre-tembleque">http://www.trotamexico.com/es/articulo/hidalgo/zempoala/zonas-arqueologicas/lu/acueducto-del-padre-tembleque</a>	4	Arquitecto Javier Cavallari, en Cianciolo Cosentino. <i>L'architetto e l'arabista. Un carteggio inédito: Lettere di Francesco Saverio Cavallari a Michele Amari (1843-1889)</i> . Palermo, Dipartimento dei Beni culturali e dell'Identità siciliana, 2012, p. 39.	45	
	<i>Forma y levantado de la Ciudad de México</i> , 1628. Taller de A. Ruffoni, según dibujo de Johannes Vingboons basado en una pintura de Juan Gómez de Trasmonte, Florencia, 1907. Colección: Instituto de Investigaciones Estéticas, UNAM. Clasificación: CPPL 2999.	5	Fachada de la Academia de San Carlos diseñada por Javier Cavallari, en Báez Macías, Eduardo. <i>Historia de la Escuela Nacional de Bellas Artes (Antigua Academia de San Carlos) 1781-1910</i> , p. 241.	46	
	Corte transversal de la Catedral Metropolitana y del Sagrario, en Tamez, E.; Santoyo, E.; Cuevas, A. <i>La Catedral Metropolitana y el Sagrario de la Ciudad de México. Corrección del comportamiento de sus cimentaciones</i> , 1992, p. 4.	7	Comisión que ofreció la Corona a Maximiliano en la cual se encontraba Joaquín Velázquez de León. Pintura de Cesar dell'Acqua. Museo Histórico del Castillo de Miramar.	51	
	Litografía del Palacio de Minería, de Pedro Gualdi, en <i>Monumentos de México</i> , 1841.	14	Francisco Jiménez, primer ingeniero civil egresado de la ENI, en Manuel Francisco Álvarez. <i>Una visita al Ferrocarril de Veracruz hecha hace cincuenta años (1872)</i> . 1923, p. 22.	56	
398	Manuel Tolsá, constructor del Palacio de Minería, por Rafael Ximeno y Planes, 1795. No. de negativo CXXIV-27. CONACULTA, INAH, SINAFO, FCR-V, Fondo Antiguo, México.	15	Socios fundadores de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México, en Álvarez. <i>Recuerdo histórico de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos</i> , 1918.	62	399
	Escudo de la Real Academia de San Carlos de Nueva España. <i>Estatutos de la Real Academia de San Carlos de Nueva España</i> . Imprenta Nueva Mexicana de Don Felipe de Zuñiga y Ontiveros. 1785.	16	Alegoría de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos, en Álvarez, <i>Recuerdo histórico de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos</i> , 1918.	63	
	Ingeniero Santiago Méndez, en Álvarez, Manuel Francisco. <i>Una visita al Ferrocarril de Veracruz hecha hace cincuenta años (1872)</i> . México, American Book and Printing, 1923.	25	Ingenieros arquitectos Mariano B. Soto, Antonio Torres Torija, José Ramón de Ibarrola y Manuel Francisco Álvarez, socios fundadores sobrevivientes de la AIAM en 1918. No. Inventario 825813. CONACULTA, INAH, SINAFO, FN, México.	67	
	Lorenzo de la Hidalga con cúpula del templo de Santa Teresa, de Pelegrín Clavé. Museo Nacional de San Carlos, 1851.	25	<b>Capítulo 3.</b> Fachada de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas. Actual plaza Tolsá en la calle de Tacuba. A4, T XXXI. Número MDCLXI-85. CONACULTA, INAH, CNMH, FCR-V, MÉXICO.	78	
	<b>Capítulo 2.</b> Fachada del Palacio de Minería a mediados de siglo. <i>México y sus alrededores</i> de Casimiro Castro, et al. Editor José Decaen, 1855-1856.	34	Arquitecto Antonio Rivas Mercado. Recuperado el 7 de marzo de 2016 de <a href="http://grandescasasdemexico.blogspot.mx/2015_11_01_archive.html">http://grandescasasdemexico.blogspot.mx/2015_11_01_archive.html</a>	81	

Ingeniero civil Luis Salazar. Recuperado el 7 de marzo de 2016 de <a href="http://www.palaciomineria.unam.mx/recorrido/salon_directores.php#">http://www.palaciomineria.unam.mx/recorrido/salon_directores.php#</a>	82	«Plano general de la Ciudad de México formado según los datos más recientemente adquiridos, para servir a la Guía de forasteros», publicada por el señor general D. Juan N. Almonte, 1853. SAGARPA, SIAP, MMOB. No. clasificador . 926-OYB-7252-A.	147	
Ingeniero civil Leandro Fernández. No. de inventario 15157. CONACULTA, INAH, SINAFO, FN, Fondo Casasola, México.	82			
Ingeniero civil y arquitecto Antonio M. Anza. Álvarez, Manuel Francisco. <i>Una visita al Ferrocarril de Veracruz hecha hace cincuenta años (1872)</i> . México, 1923, p 24.	90	Territorio nacional antes y después de la invasión norteamericana y de la venta de La Mesilla. La invasión norteamericana 1846-1848. Cartas Histórico-Geográficas Mexicanas. Formadas bajo la dirección del Lic. Victoriano Pimentel. SAGARPA, SIAP, MMOB, No. clasificador 7734-CGE-7216-A.	154	
Ingeniero civil Roberto Gayol. Recuperado el 3 de octubre de 2015 de <a href="https://es.wikipedia.org/wiki/Roberto_Gayol">https://es.wikipedia.org/wiki/Roberto_Gayol</a>	90	Toma de la Ciudad de México de 1847 representada por Carl Nebel. <i>The War between the United States and México Illustrated</i> , 1851.	156	
Modelos de la Escuela Nacional de Ingenieros en 1899, en Álvarez, Manuel Francisco. <i>El Palacio de Minería</i> . México, Secretaría de Instrucción Pública y Bellas Artes, 1910.	98	Hotel Diligencias en Veracruz. Recuperado del 7 de marzo de 2016 de <a href="https://aguapasada.files.wordpress.com/2011/11/veracruz-plaza-1865-75-1864-diligencias-johntoddjr-com-aguapasada.jpg">https://aguapasada.files.wordpress.com/2011/11/veracruz-plaza-1865-75-1864-diligencias-johntoddjr-com-aguapasada.jpg</a>	160	
Agrimensor Manuel Fernández Leal. No. de inventario 451408. CONACULTA, INAH, SINAFO, FN, Fondo Felipe Teixidor, México.	105	Puerta de la aduana de Veracruz (ca. 1885). Abel Briquet. Aduana del puerto de Veracruz. 1885, Colección Jorge Carretero. En <i>Ojos franceses en México</i> . IFAL Centro de la Imagen. CONACULTA, México, 1996, p. 27.	162	401
Arquitectos e ingenieros civiles Juan y Ramón Agea. Centro de Información Fotográfica de la Facultad de Arquitectura, UNAM.	119			
Planos del Palacio de Minería, en Álvarez, Manuel Francisco. <i>El Palacio de Minería</i> . México, Secretaría de Instrucción Pública y Bellas Artes, 1910.	123	<b>Capítulo 5.</b> La Ciudad de México tomada en globo, de Casimiro Castro, en <i>México y sus alrededores</i> . Editor José Decaen, 1855-1856.	172	
<b>Segunda parte.</b> Construcción del frustrado Palacio Legislativo. No. de inventario 639759. CONACULTA, INAH, SINAFO, FN, México.	140	Ingeniero civil Francisco Somera, <i>Historia del Paseo de la Reforma</i> . Coss y León (ed.). México, INBA, 1994, p. 57.	179	
<b>Capítulo 4.</b> Plano [Proyecto] iconográfico de la Ciudad de México por el maestro mayor Ignacio Castera, 1794. Biblioteca del Congreso, EEUU.	142	Fachada y planta del mercado del Volador, en García Barragán, Elisa. «El arquitecto Lorenzo de la Hidalga». <i>Anales del Instituto de Investigaciones Estéticas</i> . No. 080, primavera, 2002 /vol. XXIV, UNAM.	183	
Lucas Alamán, en su <i>Historia de México...</i> , tomo V.	145	Litografía del antiguo Teatro Nacional. Fototeca Constantino Reyes-Valerio de la CNMH-CONACULTA-INAH-MEX. A2, T VII, p. 57.	184	
«Plano general de la Ciudad de México», levantado por Diego García Conde en 1793 y grabado por Eduardo Mogg en 1811. SAGARPA, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), Mapoteca Manuel Orozco y Berra (MMOB). No. clasificador. 923-OYB-725-A.	146	Proyecto de penitenciaría de Lorenzo de la Hidalga. SAGARPA, SIAP, MMOB. No. clasificador 1486-OYB-7252-A-10.	186	

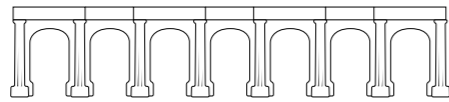
402	Teatro Iturbide remodelado para Cámara de Diputados en 1872 e incendiado en 1909. Recuperado el 7 de marzo de 2016 de <a href="http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=595779&amp;page=226">http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=595779&amp;page=226</a>	187	Puente de Soledad de Doblado, (mejor conocido como de Tablas) sobre el río Jamapa. Proyectado por el Ing. Andrés Falcott, 1863. AGN. Fondo MAPILU: Mapas, planos e ilustraciones, 03734.1.	212	
	«Casa de los perros» en la plaza Guardiola. Litografía de A. Gallice. <i>Álbum mexicano. Colección de paisajes, monumentos, costumbres y ciudades principales de la república.</i> Litografía Debray. México.	188	Puente de la Soledad de Doblado. <i>Álbum del Ferrocarril Mexicano.</i> Colección de vistas pintadas del natural por Casimiro Castro, 1877.	212	
	Paseo de Bucareli de Casimiro Castro <i>et al.</i> , en <i>México y sus alrededores</i> . Ed. Decaen, 1855 y 1857.	192	Carta General de la República Mexicana de 1862. SAGARPA, SIAP, MMOB. No. clasificador 1020-OYB-7216-A.	215	
	Apertura del Paseo del Emperador desde el Paseo Nuevo de Bucareli a Chapultepec, de Casimiro Castro en <i>México y sus alrededores</i> . Editor Debray, 1869.	193	Plano de la Ciudad de México, 1867. Levantado por los ingenieros del Ministerio de Fomento. SAGARPA, SIAP, MMOB. No. clasificador. 681-OYB-725-A.	217	
	Apertura de calzadas cerca de Arcos de Belén contratadas con Francisco Garay. Plano de una parte del cuartel mayor N. VIII con indicaciones de las mejoras proyectadas por Ignacio de Mora y Villamil. SAGARPA, SIAP, MMOB. No. clasificador . 967-OYB-725-A.	194	Proyecto de canales de desagüe, navegación y riego de Francisco Garay, 1856. AGN. Fondo MAPILU. 4971.	221	
	Puente de Plan del Río por el ingeniero Francisco de Garay. SAGARPA, SIAP, MMOB. No. clasificador 1652-OYB-7261-A.	199	Cortes del túnel de Zumpango y Tequixquiac. Proyecto de Francisco de Garay, 1856. AGN. Fondo MAPILU. 4972.	223	
	Estación Buenavista. No. Inventario 33130. CONACULTA, INAH, SINAFO, FN, Fondo Casasola, México.	201	Perfil de la línea entre Zumpango y Tequixquiac desembocando en Acatlán, 1866. AGN. Fondo MAPILU. 4953.	224	403
	La colegiata de Guadalupe, pintura de Luis Coto, 1859. MUNAL.	207	Dique de circunvalación, septiembre de 1866 sobre un plano de 1857. SAGARPA, SIAP, MMOB. No. clasificador 1292-CGE-725-F.	228	
	Inauguración de la estación de Puebla en 1869, de Casimiro Castro en <i>México y sus alrededores</i> . Lit. Debray. 1869.	208	Plano general de las obras del desagüe ejecutadas al sur del Valle de México. SAGARPA, SIAP, MMOB. No. clasificador 655-OYB-725-A.	229	
	Orizaba desde el Puente de Paso del Toro y Huamantla desde el Puente de San Lucas. <i>Álbum del Ferrocarril Mexicano.</i> Colección de vistas pintadas del natural por Casimiro Castro, 1877.	210	Proyecto para la introducción de aguas de Jamapa a Veracruz de Santiago Méndez, 1854. SAGARPA, SIAP, MMOB. No. clasificador 1649-OYB-7261-A.	230	
	Puente Atoyac y Puente de Metlac. <i>Álbum del Ferrocarril Mexicano.</i> Colección de vistas pintadas del natural por Casimiro Castro, 1877.	211	<b>Capítulo 6.</b> Alegoría de la Edificación. Plafón del Salón de Recepciones de la SCOP, MUNAL.	246	
			Proyecto para el Observatorio Nacional de Chapultepec del ingeniero arquitecto Ángel Anguiano, 1877. SAGARPA, SIAP, MMOB. No. clasificador CGDF-V12-72-CGE-725-A.	258	

404	<p>Observatorio Astronómico Nacional de Tacubaya. Fototeca. AGN. Fondo Secretaría de Instrucción Pública y Bellas Artes. Serie Propiedad Artística y Literaria, PAL/1946. 259</p> <p>Municipalidad de México, 1899. SAGARPA, SIAP, MMOB. No. clasificador 2617-OYB-725-A. 264</p> <p>Penitenciaría de Lecumberri, 1882-1900. Diapositeca, Facultad de Arquitectura, UNAM. 266</p> <p>Instituto Médico Nacional, construcción dirigida por el arquitecto Carlos Herrera. AGN. Fondo Secretaría de Instrucción Pública y Bellas Artes. Serie Propiedad Artística y Literaria, PAL/1923. 267</p> <p>Manicomio General de Mixcoac «La Castañeda», construido por Salvador Echegaray, 1908-1910. No. de inventario 1909. CONACULTA, INAH, SINAFO, FN, Fondo Casasola, México. 268</p> <p>Hospicio de Niños, 1900-1905. <i>Álbum Gráfico de la República Mexicana</i>. México. Ed. Müller Hnos, 1910. 269</p> <p>Inspección de Policía, de Federico Mariscal, 1905-1908. <i>El Arte y la Ciencia</i>. Año VIII. No.2, p. 43. 270</p> <p>Edificio de Correos proyectado por el arquitecto Adamo Boari. No. de negativo CXCII-98. CONACULTA, INAH, FCR-V, Fondo Contemporáneo, México. 271</p> <p>Ing. Militar Gonzalo Garita, director de las obras, al colocar la primera piedra. Schroeder Cordero, Francisco. <i>Entorno a la Plaza y Palacio de Minería</i>. México, UNAM, 1988, foto 29. 271</p> <p>Construcción del Teatro Nacional (Palacio de Bellas Artes). A2, TXIII. No. de inventario M-575. CONACULTA, INAH, FCR-V, Fondo Antiguo, México. 271</p> <p>Edificio de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas diseñado por el arquitecto italiano Silvio Contri y en la dirección de las obras el ingeniero militar Gonzalo Garita. No. de inventario 122583. CONACULTA, INAH, SINAFO, Fondo Casasola, México. 272</p>	<p>Instituto Geológico Nacional, cuyas obras fueron dirigidas por el arquitecto Carlos Herrera. AGN. Fondo Secretaría de Instrucción Pública y Bellas Artes. Serie Propiedad Artística y Literaria, PAL/746. 273</p> <p>Proyecto de Palacio Legislativo de Émile Bernard. A2, T IV. Número CXCII-88. CONACULTA, INAH, SINAFO, FCR-V, Fondo Antiguo, México. 274</p> <p>Construcción del Palacio Legislativo (posteriormente Monumento a la Revolución). A2, T IV. No. negativo CXCII-89. CONACULTA, INAH, SINAFO, FCR-V, Fondo Antiguo, México. 274</p> <p>Construcción de la Columna a la Independencia. No. de inventario 2602. CONACULTA, INAH, SINAFO, FN, México. 281</p> <p>Proyecto de Columna a la Independencia. A2, T IV Número de negativo CXCII-71. CONACULTA, INAH, SINAFO, FCR-V, Fondo Antiguo, México. 282</p> <p>Joyería La Esmeralda 1890-1892, del ingeniero arquitecto Eleuterio Méndez. No. de inventario 491799. CONACULTA, INAH, SINAFO, FN, México. 285</p> <p>Estructura metálica del Palacio de Comunicaciones. <i>En torno a la Plaza y Palacio de Minería</i>. México, UNAM, 1988, foto 81. 286</p> <p>Proyecto para el edificio de «La Mexicana». A2, T IV. No. de negativo CXCII-91. CONACULTA, INAH, SINAFO, FCR-V, Fondo Antiguo, México. 287</p> <p>Edificio de «La Mexicana». A2, T IV. No. de negativo CXCII-96. CONACULTA, INAH, SINAFO, FCR-V, Fondo Antiguo, México. 287</p> <p>Acueducto de concreto armado para la provisión de agua potable. Marroquín y Rivera, Manuel. <i>Memoria Descriptiva de las Obras de Provisión de Aguas Potables para la Ciudad de México</i>. Imprenta y Litografía Müller Hnos. México, 1914. 288</p>	405
-----	---	---	-----

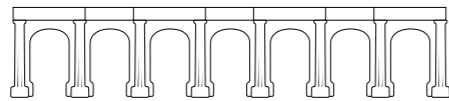
Carta de las vías foráneas de los ferrocarriles del Distrito. E. Cárdenas y F. de Garay, s/f, en <i>Anales de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas</i> , 2º año, primer trimestre, México, Tipografía de la Dirección General de Telégrafos.	308
Plano del puerto de Salina Cruz realizado por la Pearson & Son. Pedrero Córdova. <i>Memoria sobre las obras del puerto de Salina Cruz</i> . Tesis de Ingeniería Civil de la ENI, 1906.	310
Grúa Titán con una capacidad de 50 toneladas utilizada en las obras de Salina Cruz. En Aguirre E. Teodoro. Memoria de las obras emprendidas en el puerto de «Salina Cruz», Oaxaca. Hasta el mes de noviembre del año de 1907. Tesis de la ENI.	311
Construcción del dique seco de Salina Cruz. En Aguirre E. Teodoro. <i>Op. cit.</i>	312
Canal y compuertas de Tequixquiac. En Luis Whik. <i>Descenso de la presa de Tequesquiapan o construcción de la casa para la nueva</i> . Tesis de Ingeniería Civil de la ENI, 1909.	320
Sección y planta de los tanques de almacenamiento. En Guillermo Rode. <i>Obras de provisión de aguas potables para la Ciudad de México</i> . Tesis de Ingeniería Civil de la ENI, 1908.	326
Obras de provisión de Aguas Potables para la Ciudad de México. En Marroquín y Rivera, Manuel. <i>Memoria Descriptiva de las Obras de Provisión de Aguas Potables para la Ciudad de México</i> . Lámina 1.	327
Foto de uno de los tanques de almacenamiento terminado. En Marroquín y Rivera, Manuel. <i>Op. Cit.</i> , p. 439.	328
<b>Epílogo.</b> Guillermo de Landa y Escandón [el pie de imagen refiere erróneamente a Limantour] supervisando las obras del lago de Chapultepec. No. de inventario 35007. CONACULTA, INAH, SINAFO, Fondo Casasola, México.	350
<b>Anexo 1.</b> Escaleras del Palacio de Minería. No. de negativo 1765-82. CONACULTA, INAH, SINAFO, FCR-V, Fondo Antiguo, México.	378

**Bibliografía.** Calle 5 de Mayo antes de la demolición del Teatro Nacional. No. de negativo 29 1448-64. CONACULTA, INAH, SINAFO, FCR-V, Fondo Contemporáneo, México. 386

**Referencias iconográficas.** Puente de Atoyac, Veracruz. Ferrocarril Mexicano, c. 1887. A. Briquet. Vistas mexicanas #51. Benson Latin American Collection. The University of Texas at Austin. 396



*La construcción de una nación.  
Historia de la ingeniería civil  
en México en el siglo XIX,*  
se publicó el 22 de noviembre  
de 2021 en la página de la Facultad  
de Ingeniería, Ciudad Universitaria,  
México, Ciudad de México. C.P. 04510  
La familia tipográfica utilizada  
es Arno Pro de 14, 12,2 y 10.3 pt  
con sus respectivas variantes.



La historia de la ingeniería civil en México se puede abordar desde dos vertientes principales. Por un lado, *la formación profesional* de los ingenieros civiles desde la introducción de estos estudios en el México independiente y su posterior desarrollo hasta el Porfiriato. Y, por el otro, *la labor constructiva* a lo largo del mismo periodo, así como el desempeño y participación de los ingenieros civiles en el campo laboral. Para tener una comprensión más cabal en ambos campos, se analizan no sólo a los ingenieros civiles propiamente, sino también a otros profesionales involucrados en cuestiones constructivas, como arquitectos e ingenieros militares. Más allá de la significación propia de la vertiente académica o de la profesional, nos parece aún más importante la posibilidad de poder cotejarlas para, de esta manera, poder apreciar qué tanto la educación que se ofrecía a los ingenieros civiles era apropiada para un óptimo desempeño profesional.

*La construcción de una nación. Historia de la ingeniería civil en México en el siglo XIX* es un libro de lectura obligada para los interesados en la historia de la ingeniería y de la arquitectura mexicana, así como de la historia de la educación en general pues, de una manera profunda, precisa y apropiada, el autor subsana un vacío en la historia de México con importante información inédita, magníficas ilustraciones, una descripción detallada y un análisis profundo de la evolución de estas disciplinas, y nos conduce por un doble pasaje histórico que nos remite al fluctuante e inestable contexto social, político y económico del país desde el periodo virreinal hasta el Porfiriato. Asimismo, mediante un meticuloso y lúcido análisis, caracteriza la evolución de la ingeniería civil desde la academia hasta el ejercicio laboral; para ello, nos presenta los elementos y factores que se fueron entretejiendo desde las aulas hasta la esfera gubernamental, y de las relaciones establecidas con el círculo empresarial internacional en beneficio o perjuicio de su comunidad.

