



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN HISTORIA
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES HISTÓRICAS

HISTORIA DE LAS CIENCIAS GEOLÓGICAS EN MÉXICO.
DE ENTIDAD GUBERNAMENTAL A INSTITUTO UNIVERSITARIO
(1886-1929)

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
DOCTORA EN HISTORIA

PRESENTA:
LUCERO MORELOS RODRÍGUEZ

COMITÉ TUTOR:

DR. JOSÉ OMAR MONCADA MAYA (INSTITUTO DE GEOGRAFÍA - UNAM)
DRA. INÉS HERRERA CANALES (PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO
EN HISTORIA)
DR. SILVESTRE VILLEGAS REVUELTAS (INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
HISTÓRICAS – UNAM)

MÉXICO, D. F. NOVIEMBRE, 2014



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Índice

	Pág.
Introducción	1
PRIMERA PARTE	
El surgimiento de una nueva disciplina en un novel país	
Capítulo I. Las ciencias geológicas en México en el siglo XIX	25
1. El estudio de la mineralogía y la geología en el Colegio de Minería (1821-1866)	28
2. La geología en la Escuela Nacional de Ingenieros de la Ciudad de México. Estudios y aplicaciones prácticas, segunda mitad del siglo XIX	44
3. Las ciencias geológicas en el interior de la República (1867-1906)	52
Conclusiones	58
Capítulo II. Las ciencias geológicas y los ingenieros científicos en la política de fomento a la minería: la valorización de los recursos naturales y el reconocimiento del territorio	60
1. El Ministerio y la Secretaría de Fomento, Colonización, Industria y Comercio y la exploración del territorio y sus recursos	62
1.1 La fundación del Ministerio de Fomento y su transformación en la Secretaría de Fomento, Colonización, Industria y Comercio	63
1.2 Las esferas de competencia del Ministerio y Secretaría de Fomento (1853-1914)	67
1.3 Sinopsis de ministros, secretarios y oficiales mayores	70
1.4 El reconocimiento territorial y el estudio científico de los recursos naturales	77
2. La centralización administrativa: la Sociedad Mexicana de Minería y la legislación minera	91
3. La Comisión Geológica Mexicana y sus proyectos. Un precedente del Instituto Geológico de México	102
3.1 La representación gráfica de la geología: una tradición centenaria	102
3.2 Historia de la Comisión Geológica Mexicana	104
3.3 Los proyectos y las fuentes de la Comisión Geológica Mexicana	116
3.4 Itinerarios de exploración para la formación de la <i>Carta Geológica de la República Mexicana</i>	120
Conclusiones	124
SEGUNDA PARTE	
El Instituto Geológico de México como dependencia de gobierno	
Capítulo III. El Instituto Geológico de México de la Secretaría de Fomento, Colonización, Industria y Comercio (1891-1917)	128
1. Los servicios geológicos	132
2. Proyecto para la fundación de un Instituto Geológico: el primer intento (1882)	136
3. Creación y misión del Instituto Geológico de México	140
3.1 La construcción de productos novedosos para las ciencias e industrias: cartas generales (1891-1896)	145
4. Sedes del Instituto Geológico	149
5. Secciones	152

6. Personal	156
7. Funciones	162
7.1 Otros objetos de estudio: las meteoritas y los fósiles	164
7.2 La proyección internacional a través de los congresos geológicos	168
7.2.1 La celebración del Xº Congreso Geológico Internacional en México (1906)	172
7.2.2 Recorridos científicos por la “cornucopia” mexicana	176
8. Publicaciones	180
9. Directores, interinos y encargados del Instituto Geológico de México	184
Conclusiones	187

Capítulo IV. El Instituto Geológico de México adscrito al Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos de la Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo (1917-1929)	192
1. La creación de la Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo	196
2. El Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos	199
3. Secciones	208
4. Personal	213
5. El trabajo de campo de los geólogos del Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos: proyectos y resultados técnicos	219
5.1 Los objetivos de las expediciones de exploración	219
5.2 Protocolo para los informes técnicos	220
5.3 Financiamiento de las comisiones de exploración	222
5.4 Trabajo de campo	223
5.5 Trabajo de gabinete	229
Conclusiones	231

TERCERA PARTE

El Instituto Geológico de México y su paso a la Universidad Nacional. Hacia la investigación de las Ciencias de la Tierra

Capítulo V. La transición del Instituto Geológico a la Universidad Nacional de México, Autónoma (1929)	235
1. Vicisitudes del Instituto Geológico en 1929	237
2. La Ley Orgánica de la Universidad Nacional de México, Autónoma	241
3. Funciones	245
4. Secciones y personal	248
5. Expediciones científicas y trabajos de cooperación	251
6. Derroteros en la investigación geológica universitaria	253
Conclusiones	254

Consideraciones finales	257
-------------------------	-----

Apéndices	265
1. Evolución del Ministerio de Fomento y Secretaría de Fomento (1853-1914)	266
2. Ramos de competencia de la Secretaría de Fomento (1881-1897)	267
3. Principales leyes mineras que han regido en México (siglos XVIII-XX)	269
4. Planos y fotos del Instituto Geológico Nacional	270
5. Personal del Instituto Geológico Nacional en 1906	271

6. Anuncio de la reapertura del laboratorio de química	272
7. Relación de personal del Instituto Geológico entre 1915 y 1917	273
8. Sedes de los congresos internacionales de geología (1878-1929)	274
9. Comité Ejecutivo del X° Congreso Geológico Internacional en México (1906)	275
10. Secretarios de Industria, Comercio y Trabajo (1914-1932)	276
11. Personal del Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos <i>ca.</i> 1919-1920	277
12. Personal del Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos durante la gestión del ingeniero Juan de Dios Villarello	278
13. Perspectiva general del trabajo de campo en las comisiones de exploración del Instituto Geológico y algunos antecedentes, siglos XVIII-XX	279
Siglas y abreviaturas	292
Fuentes de consulta	293

INTRODUCCIÓN

Antes de ver la luz pública este Manual, ya ha habido quien diga que no sirve para los mineros. En efecto, a los que vivieron y murieron sin haber querido conocer nunca el terreno que pisaron por treinta o cuarenta años, de nada les habría servido; pero el minero debe conocer los terrenos, los criaderos, y cuando se trata de vetas sus formaciones para comparar las de diversos países; sobre todo si constan de muchas matrices a un tiempo. Así comparé yo desde un principio la veta de Valenciana con las de Ungria, y el tiempo ha mostrado que no me engañé, pues hasta la calcedonia y el antimonio gris de Ungria se hallan aquí; la primera en Valenciana y el segundo en Veta grande en Zacatecas, que creo será de la misma formación. Esto puntualmente es aplicable a la plata, si al descubrir la Valenciana, hubiera sido la matriz que faltase.

[...] de todo lo cual saco yo que la minería dista mucho de ser lotería simple, como se dice vulgarmente.

Andrés Manuel del Río, *Manual de Geología*, 1841.¹

¹ Del Río, *Manual*, 1841, p. 60. Estas palabras aluden a la necesidad de instruir por la vía científica al minero empírico y, evitar el abandono de las minas por el desconocimiento de sus criaderos o vetas.

De acuerdo con Barry Barnes, la ciencia es “la forma dominante de conocimiento en todas las sociedades modernas. Esta centralidad la adquirió durante el apogeo de la Revolución industrial del siglo XIX, cuando las clases medias en ascenso hicieron de ella la base adecuada para la educación y una legitimación de la cultura educada”. Fue la época en que los hombres de ciencia se profesionalizaron y esgrimieron sus estrategias para conseguir “una posición social, apoyos económicos y puestos de trabajo”; la ciencia se apuntaló como la nueva institución social en la que se buscó el reconocimiento de los pares científicos, lo que derivó en el dominio de la sociedad por los expertos. Por lo tanto, el siglo XIX es la centuria de la institucionalización de la ciencia como actividad social.²

En este tenor, la investigación que presento en las siguientes páginas busca analizar el proceso de construcción de las esferas institucionales que impulsaron el estudio y desarrollo de las ciencias geológicas en el siglo XIX mexicano.³ De manera puntual se estudian las diferentes formas de administración y fines de las distintas instancias que tuvieron a su cargo al Instituto Geológico de México. De 1888 a 1891 quedó organizada la Comisión para la “Carta Geológica de México” que dio paso al Instituto, establecimiento sujeto de 1891 a 1917 a la Secretaría de Fomento, de 1917 a 1929 a la Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo y, finalmente, a partir de 1929 a la Universidad Nacional de México Autónoma. Por lo tanto, este trabajo representa un modo de hacer historia institucional de la geología y no una historia de la disciplina, que tiene por fines examinar las teorías científicas, las escuelas de pensamiento, etcétera.

El tema busca ofrecer un panorama sobre el proceso de desarrollo de las ciencias geológicas en México, dada la relevancia que han jugado en nuestra historia nacional, en los ámbitos científico, económico y cultural, que las enmarca dentro de la tradición científica de Occidente; dicho proceso está interconectado con la formación profesional de los interesados en las ciencias geológicas en el siglo XIX, preponderantemente los ingenieros científicos, elite que participó en la transformación industrial y social de México.⁴

² Barnes, *Sobre ciencia*, 1987, pp. 18-35.

³ Álvarez, *Filosofía*, 2004, pp. 11-12, 23, aclara que ciencias de la tierra “es una fórmula tardo-enciclopédica empleada inicialmente en ciertas obras de carácter expositivo o recopilatorio que buscaron en un marco enciclopédico neutral asumir como propio un sector del conocimiento científico de extensión más amplia que la geología. Las ciencias de la tierra son pues el conjunto de todas las ciencias relacionadas con la Tierra, entre ellas la geología. Por geología o ciencia geológica se entiende a un complejo campo de materiales pétreos, teorías, aparatos, controversias, fósiles, formaciones geológicas, mapas cartográficos; sin excluir ninguno de los componentes tanto materiales como lógicos involucrados en el devenir histórico de esta ciencia”. A lo largo de la tesis usaremos el término de ciencias geológicas toda vez que en ellas se comprenden los estudios geográficos, geológicos, meteorológicos, paleontológicos, sísmicos, vulcanológicos, litológicos, petrográficos, mineralógicos e hidrogeológicos que efectuaron los ingenieros científicos mexicanos.

⁴ Cf. Vaccari, “Mining” 2000, pp. 163-180; Mendoza, “Agrimensura”, 2006, pp. 148-150; Rivas *et al.*, “Presencia”, 2014, pp. 3-39.

II

Para explicar el surgimiento y derroteros de las ciencias geológicas es importante conocer los antecedentes históricos de su proceso científico verificado en todo el mundo y en México. El desarrollo de las ciencias especializadas de la Tierra a lo largo del siglo XVIII supuso “una pérdida de contenido de la geografía como ciencia general de la Tierra”, ya que disciplinas como la botánica, la física, la química y la historia natural pasaron a estudiar problemas que antes eran su objeto, lo que derivó en la “configuración de disciplinas independientes”, como la geología.⁵

Fue también en el siglo XVIII cuando las disciplinas geológicas atestiguaron una etapa fecunda. La elite culta mostró un marcado interés por las ciencias; se fundaron gabinetes de historia natural, se acrecentaron las colecciones de fósiles, minerales y plantas en respuesta al espíritu ilustrado de la época y a su demanda en el mercado mundial;⁶ se desarrolló la enseñanza mediante la impartición de las primeras cátedras de mineralogía (1745), de geología (1793) y paleontología (1859) y se puso la técnica al servicio de la ciencia a través de inventos, como el goniómetro de aplicación, en cristalografía.⁷

Igualmente, se crearon Academias de Minas en Europa que pronto se multiplicaron en América y en donde se transmitieron las novedades científicas, como las teorías que explicaban la formación de la Tierra, la naturaleza y el origen de los minerales, ofreciendo distintas elucidaciones sobre su antigüedad. Esta etapa la podemos fijar en los años de 1780 a 1840 y es conocida por los historiadores de la geología como la *edad heroica de la geología*, “ya que atestiguó la elaboración de un bosquejo completo de la historia de la Tierra, [...] donde la superficie entera quedó sometida al escrutinio científico”.⁸

El reconocimiento y estudio de la naturaleza y sus productos durante el siglo XIX impulsaron el surgimiento y la especialización de los conocimientos científicos, entre los que se encontraba la orictognosia o mineralogía y la geognosia;⁹ de la unificación de ambas se originó la geología. Surgieron y

⁵ Capel *et al.*, *Nuevas*, 1991, p. 19.

⁶ Cailleux, *Historia*, 1964, p. 48. Solo en París se contaban 17 gabinetes de historia natural en 1742; 21 en 1757 y 61 en 1780. Cf. Pimentel, *Testigos*, 2003, 342 p.; Nieto Olarte, *Remedios*, 2006, 247 p.

⁷ El goniómetro de aplicación de René Just Haüy (1743-1822) consta de una barra unida a una semiesfera graduada (igual que un transportador de ángulos) sobre la que se desliza un *nonius* que permite medir los ángulos con gran precisión.

⁸ Dean, “Word” 1979, pp. 39-43; Álvarez, *Filosofía*, 2004, pp. 41-42; Bowler, *Historia*, 1998, p. 140. En opinión de F.A. Adams, el nacimiento de la geología no tuvo lugar hasta la formulación de la teoría neptunista a finales del siglo XVIII. En esa época se descubrió que los estratos rocosos contenían una serie de “marcas” que si fueran descifradas podrían relatar la historia de la tierra desde sus orígenes hasta el presente. Los fósiles encontrados en los estratos podían ser interpretados cual si se tratase de las ilustraciones del libro de la naturaleza y mostraban los animales y plantas que vivieron sobre la faz de la tierra en los sucesivos periodos de su historia. K.A. von Zittel en 1901 denominó “Edad heroica de la geología” a la comprendida entre 1775 y 1830, esto es, entre los primeros trabajos de Abraham Gottlob Werner (1749-1817) y James Hutton (1726-1797) y la publicación de los *Principles of Geology* de Charles Lyell (1797-1875). En general, los historiadores de la ciencia coinciden en señalar las fechas que median entre el último cuarto del siglo XVIII y el primer tercio del XIX para ubicar el nacimiento de la geología como ciencia. Cf. Adams, *Birth*, 1938, pp. 3, 395.

⁹ Vernet, *Historia*, 1975, p. 248; cf. Laudan, *Mineralogy*, 1987.

se extendieron las primeras sociedades geológicas¹⁰ y con ellas las publicaciones consagradas exclusivamente a esas ciencias. Se organizaron los primeros congresos geológicos internacionales, espacios en donde se sometería a consenso la nomenclatura de la ciencia y se delinearían los programas de competencia local e internacional a elaborarse; se institucionalizaron y profesionalizaron las actividades científicas, lo que propició la fundación de estructuras estatales en el financiamiento de las investigaciones: los *geological survey*.

La geología fue una ciencia que se nutrió de los postulados de la historia natural y la geografía; su enseñanza y práctica derivaron en la aplicación a las minas, por la utilidad inmediata a la labor productiva. Esto explica la herencia ilustrada de la ingeniería de minas en la que se formarían los ingenieros científicos en México,¹¹ responsables de la institucionalización académica y profesional de la disciplina, aunque no existiera una formación por entero naturalista, como sí ocurrió en otros países.¹²

En relación con lo anterior, la enseñanza de las ciencias geológicas en nuestro territorio representó una singularidad, ya que desde 1792 con la fundación del Real Seminario de Minería se encauzó el adiestramiento de los mineros por la vía científica. De allí que se considere a la actividad minera un quehacer de larga tradición en nuestro territorio, en el que los saberes científicos que concurren en ella están revestidos de una genealogía de prácticas, conocimientos, acuerdos sociales, económicos y políticos, asociados a las iniciativas de los hombres de ciencia.

La irrupción de la geología en México se verificó en 1795 cuando se fundó la cátedra de orictognosia, geognosia y arte de minas en el Real Seminario de Minería, que fuera dictada por el mineralogista madrileño Andrés Manuel del Río. En ella estaban comprendidos los conocimientos de:

[...] la mineralogía que comprende la orictognosia o conocimiento de los minerales así por sus caracteres externos como por sus principios constitutivos: la geognosia o conocimiento de las montañas como criaderos de los fósiles: finalmente el laborio de minas que debe seguir y abrazar todas las faenas que ocurran en las excavaciones subterráneas desde el primer conocimiento de un terreno hasta la extracción de los frutos y demás materias fuera de ellas.¹³

Con el correr de los años el desarrollo de las ciencias fue inminente, se delimitaron sus objetos de estudio y proliferó el establecimiento de nuevas cátedras científicas, como la de geología, creada en el

¹⁰ La primera Sociedad Geológica se creó en 1807 en Londres.

¹¹ Cf. Ramos Lara, *et al.*, *Formación*, 2007; Ramos Lara, *Vicisitudes*, 2013.

¹² Con la fundación del Real Seminario de Minería en 1792 se crearon en Nueva España las carreras de perito facultativo en minas y perito beneficiador de metales, las cuales dieron paso a partir de 1843 a la ingeniería de minas y a la carrera de ensayador y apartador de metales. En 1927, en la Escuela de Ingeniería de la Universidad Nacional de México se crearon las carreras de ingeniería geológica e ingeniería petrolera. Por lo que no existió una carrera con fundamento en ciencia básica, como sí ocurrió en Estados Unidos y en otros países europeos; cf. Bartolucci, *et al.*, “Apuntes”, 2011, pp. 25-53.

¹³ Ramírez, *Datos*, 1890, p. 262.

Colegio de Minería el 18 de marzo de 1844 y con la cual se estableció por primera vez en México la enseñanza formal de esa ciencia, quedando a cargo Joaquín Velázquez de León, quien indicó la utilidad de su estudio:

Si la historia natural es la ciencia que se ocupa de la estructura de los cuerpos esparcidos en la superficie del globo, o reunidos para constituir su masa, si lo es de los fenómenos de que son objeto estos cuerpos: si examina sus caracteres propios para hacerlos distinguir unos de otros, y notar el papel que representan en el conjunto de la creación; su dominio se ve es inmenso, y su importancia no cede a su estension.¹⁴

Otra de la cátedras de nuevo cuño instituidas bajo la dirección de José María Tornel al frente del Colegio, fue la de mecánica aplicada a las minas (1843), dictada por Antonio del Castillo.¹⁵ Con su creación se revolucionó la enseñanza, toda vez que se alejaba del concepto dieciochesco de arte de minas de su antecesor Andrés del Río, considerando desde entonces el estudio de la Tierra como algo más que una herramienta para explotar los recursos.¹⁶ Asimismo quedó estipulado que en el Colegio de Minería se “seguirían las carreras de agrimensor, ensayador, apartador de oro y plata, beneficiador de metales, ingeniero de minas, geógrafo y naturalista” y, que tanto los ingenieros de minas como los naturalistas dedicarían el sexto año a los estudios de la mineralogía, geología, explotación de minas e idioma alemán.¹⁷ De manera que, entre 1795 y 1844, en el interior del Colegio de Minería surgió y se consolidó la enseñanza de la geología, y fue donde germinó el proyecto del Instituto Geológico Nacional a finales de siglo.

III

El marco histórico en el que se inscribe este estudio, supone que desde el último del tercio del siglo XVIII la economía novohispana estaba en pleno auge. La minería había alcanzado los niveles más altos pese a los impuestos excesivos establecidos por la Corona y a las demandas económicas derivadas de la guerra de la Metrópoli contra Inglaterra que recayeron sobre la economía virreinal. Con la implantación de las reformas borbónicas se generaron más recursos fiscales y se fundaron los primeros espacios científicos en Nueva España y América, tales como la Academia de San Carlos (1781), el Jardín Botánico (1788) y el Real Seminario de Minería (1792). En estas circunstancias de repunte económico se

¹⁴ Velázquez, “Cátedras”, 1994, p. 41.

¹⁵ *Vid. Vázquez, Palabra*, 2008, 266 p.

¹⁶ Morelos, *Vida*, 2013, pp. 115-125; *cf. Vaccari, “Mining”*, 2009, pp. 35-41.

¹⁷ Dublán *et al.*, *Legislación Mexicana*, 1876, pp. 621-622. Decreto núm. 2693. 3 de octubre de 1843. Decreto del gobierno designando las carreras que se han de seguir en el Colegio de Minería y los estudios preparatorios para cada una de ellas.

desencadenó la Revolución de independencia, situación que apremió la salida de capitales originándose un profundo desgarramiento económico y político que se prolongó por décadas.¹⁸

En el lapso de 1830 y 1850 la industria mexicana del país experimentó una lenta recuperación. De manera paulatina la actividad minera comenzó su renovación con la llegada de las inversiones extranjeras, especialmente inglesa y alemana, logrando rehabilitar la industria y prepararla para iniciar la reactividad del sector. Este crecimiento impulsó que varias potencias extranjeras, por medio de viajeros, ingenieros científicos y comisiones, recorrieran el territorio patrio y se desarrollara el conocimiento científico de sus recursos; ejemplo de ello son los trabajos realizados por Joseph Burkart (1798-1870), Friedrich von Gerolt (1797-1879) y Saint Clair Duport (1804-1882), entre otros, inspirados en gran medida en la obra del barón de Humboldt.¹⁹

En este escenario, la guerra con los Estados Unidos y la pérdida de más de la mitad del territorio marcó la política nacional e influyó en el fortalecimiento de la administración pública a través de la creación de nuevas instancias encargadas del fomento industrial, del conocimiento del territorio, el trazo de límites y la colonización, pues había temor a nuevas invasiones, que al cabo de pocos años sería corroborado con la ocupación francesa. No obstante, el saldo del Imperio de Maximiliano de Habsburgo fue fructífero para el conocimiento del país, para la educación y especialmente para la actividad minera, mediante el auspicio de la enseñanza práctica y la organización de espacios científicos dedicados al conocimiento y prospección de la naturaleza y sus recursos que integraron a la elite científica en y de México.²⁰

Así, entre la sexta y séptima décadas, la economía mexicana se caracterizó por el desarrollo de ciertas regiones, aunque en otras predominó la autarquía y el aislamiento, y al mismo tiempo germinó el contacto entre los estados del norte mexicano con los sureños de Estados Unidos.

En resumen, durante las primeras cinco décadas de vida independiente no se tuvo una imagen clara del país, toda vez que la nación se estaba construyendo, privaron las luchas entre las oligarquías centralistas y federalistas y las republicanas e imperiales para definir el tipo de gobierno que se quería instaurar, predominó una inestabilidad e inseguridad producida por las invasiones extranjeras y el agotamiento financiero, que en conjunto produjeron un desequilibrio político que se prolongaría hasta el

¹⁸ Cf. Cárdenas Sánchez, *Cuando se originó*, 2003, 357 p.; Cardoso, *México*, 1992, 525 p.; Kunz Ficker, *Historia económica*, 2010, 834 p.; Brading, *Mineros*, 1975; Coatsworth, *Orígenes*, 1990, 265 p.

¹⁹ Duport, *Production*, 1843, 426 p.; Burkart, *Aufenthal*, 1836. Cf. Mentz de Boege, "Tecnología", 1980, pp. 85-95; Uribe, "Tecnología", 1990, pp. 317-360.

²⁰ Maldonado Koerdell, "Naturalistas", 1952, pp. 98-109; Maldonado Koerdell, "Commission", 1964, pp. 239-247; Soberanis, "Ciencia", 1995, pp. 50-60. Cf. Villegas, "Introducción", 2010.

triunfo liberal. Paradójicamente, “México era un país rico en recursos naturales que esperaban su explotación, pero pobre por la destrucción ocurrida en años previos”.²¹

El entorno que se presentó al grupo juarista en la sexta década fue de desconocimiento y poco control sobre la vasta extensión territorial, un vacío en la legislación de alcance federal en el rubro minero, comercial, empresarial e higiénico, de vías de comunicación y una raquítica economía. Pero también fue el periodo en el que las elites políticas y científicas republicanas unieron afanes para construir el Estado Mexicano: intensificaron el fomento de las tareas científicas a través de la modificación en los planes de estudio en las escuelas nacionales, como la Escuela de Ingenieros y la Escuela de Agricultura; se reorganizaron y crearon espacios científicos y educativos, entre ellos la Escuela Nacional Preparatoria (1867), que sirvió como modelo para los Institutos Científicos y Literarios que se fueron creando.

Esta política sería continuada durante el porfiriato, dado que la ciencia fue vista como uno de los ejes modernizadores, lo que se tradujo en la creación del Observatorio Astronómico (1876) y el Observatorio Meteorológico Central (1877), se patrocinaron asociaciones científicas como la Asociación de Ingenieros y Arquitectos (1867), la Sociedad Mexicana de Historia Natural (1868) y se reorganizó la Sociedad Humboldt en 1869, que había sido fundada en 1861.²² En todos estos espacios se abrió paso a la institucionalización, profesionalización y especialización de los saberes a lo largo del siglo XIX, en los que tuvo cabida la geología, entre ellos la Sociedad Mexicana de Minería (1883), la Sociedad Científica “Antonio Alzate” (1884), y los primeros institutos de investigación nacional en América Latina: el Instituto Médico (1888) y el Instituto Geológico (1888).

Esta efervescencia cultural estuvo interconectada con la minería, ya que luego de seis décadas en crisis vivió un nuevo auge, lo que derivó en el fomento de las ciencias útiles a la actividad, entre ellas las ciencias experimentales y las ciencias geológicas. Su crecimiento se debió a la aplicación de un nuevo modelo económico orientado a la producción de minerales industriales, que hizo necesario, o redituable si se prefiere, la existencia de espacios científicos, como las diferentes comisiones de Fomento y un instituto de investigación en los que se estudiaría por la vía científica los recursos no renovables (como minerales y aguas).

En este periodo la política de “puertas abiertas” proporcionó facilidades en los procedimientos para la adquisición de bienes, acordes a los reglamentos reformados para ese fin. En esta atmósfera, las inversiones británicas y estadounidenses se afianzaron como importantes zonas de desarrollo en la

²¹ Cárdenas Sánchez, *Cuando se originó*, 2003, p. 320.

²² Saldaña, *Ciudad*, 2012, pp. 371-389; Cosío Villegas, *Historia. Vida social*, 1993, p. 74, refiere que durante la República Restaurada (1867-1876), existieron en México 72 sociedades dedicadas al estudio de las ciencias, las artes y las letras; de éstas 20 eran literarias, 20 artísticas, 3 artístico-literarias y 20 científicas. Cit. en Vigil Batista, “Anales”, 2008, p. 54.

minería, el petróleo, los ferrocarriles y servicios públicos: bancos, comercio, tierras e industrias diversas.²³ Asimismo, la apertura comercial le dio una dimensión internacional a la geología, pues fueron promocionados los recursos naturales y de manera particular los minerales en las exposiciones universales.

Durante el porfiriato, la expansión de las exportaciones impulsó el desarrollo del mercado interno y la construcción de los ferrocarriles, que permitieron dinamizar la salida de riquezas minerales, entre ellas el oro, la plata y los minerales industriales de demanda internacional lo que evidenció la diversificación de la actividad e hizo patente la industrialización mexicana en el marco de un Estado contratista.²⁴

En aras de facilitar la explotación de los recursos, al finalizar el gobierno de Manuel González se expedieron nuevos códigos regulatorios en materia de comercio y minas, los que clarificaron los derechos de propiedad y garantizaron la liberalidad de la política porfiriana. Este escenario propició una “política proteccionista en ciertas áreas productivas ante la depreciación del peso plata frente al oro, lo que impulsó el desarrollo de antiguos y nuevos centros mineros sobre todo en el norte y evolucionó el sistema financiero”, lo que hizo posible que para los inicios del siglo XX una gran parte del país ya operara dentro de la “economía de mercado”.²⁵

A lo largo de los treinta y cinco años que duró el régimen porfiriano se restablecieron las relaciones diplomáticas con diversas potencias europeas y los Estados Unidos, medida que sustentó las bases para la consolidación de un Estado nacional y pasar de una economía colonial a una economía nacional, de allí que sea un periodo que se caracterice como una era de paz y prosperidad económica. Como sostiene Silvestre Villegas, “durante el gobierno de Manuel González, las secretarías de Relaciones Exteriores, Fomento y Hacienda concibieron cambios tendientes a crear las bases para el desarrollo comercial y a impulsar la inversión en obra pública”, transformaciones que se acompañaron de una reforma fiscal, en el

²³ Garner, *Porfirio Díaz*, 2003, pp. 99-100; Thorup, “Competencia”, 1982, pp. 600, 605; Villegas Revueltas, “Expansión”, 2005, p. 43, sostiene que según Walter Bernecke, en el último tercio del siglo XIX América Latina se encontraba en un nuevo estado de subordinación frente a las llamadas potencias. El nuevo imperialismo, que incluyó el “imperialismo informal”, fue una etapa moderna de la nueva dominación que se distinguió por el establecimiento y maduración de enclaves caracterizados por importantes inversiones económicas, en países dependientes y soberanos pero carentes de una innovadora industria nacional.

²⁴ Cárdenas Sánchez, *Cuando se originó*, 2003, p. 307.

²⁵ Rosenzweig, “Desarrollo”, 1988, p. 158, señala que “de un poco menos de 700 kilómetros construidos en 1877, que correspondían en su mayor parte a la línea de México al puerto de Veracruz, la red de ferrocarriles creció a 6 mil kilómetros en 1885, 10 mil en 1890, casi 14 mil kilómetros en 1900, y un poco menos de 20 mil en 1910, al terminar el porfiriato. Para 1910, México disponía de un kilómetro de ferrocarril por cada 100 kilómetros cuadrados de territorio, y 13 kilómetros de ferrocarril por cada 10 mil habitantes”. Cf. Nava Otero, “Minería”, 1974, pp. 179-310; D’Olwer, “Inversiones”, 1974, pp. 973-1185; Velasco Ávila *et al.*, *Estado*, 1988, pp. 253-421.

deslinde de terrenos y de manera particular para el tema que nos ocupa, la legislación del Código de Minería que se efectuó en 1884.²⁶

La centralización experimentada en la administración pública de esta época hizo posible el desarrollo de la actividad científica en la cual se ubica la fundación del Instituto Geológico de México y las instituciones que le precedieron. Ahora bien, los derroteros del servicio geológico federal de la República Mexicana en los años aciagos de la lucha armada, entre 1911 y 1917, muestran el “nuevo” enfoque de sus actividades dirigidas a generar ciencia aplicada.

La reorganización en la administración pública por parte de los gobiernos posrevolucionarios motivó que el Instituto Geológico quedara adscrito de 1917 hasta 1929 a la dependencia de nuevo cuño, la Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo a través del Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos. En este lapso de tiempo se organizaron numerosas comisiones de exploración en búsqueda de minerales, aguas y petróleo, pese a la endeble economía estatal que se reflejó en las arcas del establecimiento, la continua remoción de empleados, la defensa constante que hicieran los directores del establecimiento ante los secretarios para no ver reducidos sus puestos e incluso ver cerradas sus puertas. Como colofón, producto de la crisis económica que sacudió la década de 1920, así como el fortalecimiento de otras especialidades como la geofísica, el Instituto Geológico fue transferido el 16 de noviembre de 1929 a la Universidad Nacional de México, paso que inauguró un nuevo ciclo en el servicio geológico orientado a generar conocimientos en las ciencias de la tierra.

IV

A lo largo del siglo XIX la geología fue un campo disciplinario cultivado en el mundo de los aficionados, por mineros, agricultores, hacendados, etc., y en el mundo académico en espacios como el Museo Nacional, la Escuela Nacional de Agricultura, la Academia de Ciencias y Literatura, la Escuela Nacional Preparatoria, los Institutos de Ciencias y Literatura y la Escuela Nacional de Ingenieros, en diversas comisiones de exploración, dentro de las sociedades científicas e industriales, el Instituto Geológico Nacional, el Instituto Mexicano de Minas y Metalurgia, la Cámara de la Industria Minera, por las compañías privadas, que se propusieron la localización y exploración de yacimientos de energéticos, minerales, petróleo o aceites y el conocimiento de los recursos naturales no renovables. Ello significa que las ciencias geológicas tuvieron presencia “aquí” y “allá”, no obstante que, en esta investigación el acento está puesto en el Colegio de Minería/Escuela Nacional de Ingenieros, por ser el recinto que en el que se

²⁶ Villegas Revueltas, “Expansión”, 2005, p. 41.

institucionalizaron, en donde los artífices de su proceso y promotores de sus conocimientos egresaron y laboraron.

V

El argumento central de la tesis descansa en dos supuestos: el primero es que en la actividad minera concurren diversos saberes, entre los que se encuentra la geología; por lo tanto, su surgimiento y desarrollo en México ha estado interconectado con la historia de la actividad productiva, especialmente en los momentos de auge y,²⁷ segundo, que las ciencias geológicas desde su nacimiento han estado a la saga de los grandes proyectos productivos e ingenieriles del capitalismo, a través de la búsqueda de minerales y combustibles energéticos. Este escrutinio fue realizado por los ingenieros científicos, miembros de una selecta elite cosmopolita, que innovaron con el conocimiento de lo local y nacional en la esfera internacional, al dar cuenta de procesos vulcanológicos, sismológicos, paleontológicos, al ofrecer interpretaciones del paisajes y/o al realizar prospecciones mineras, petroleras, hidrogeológicas y levantamientos cartográficos.

VI

El objetivo central de este trabajo es explicar el surgimiento, desarrollo y funcionamiento de una institución, el Instituto Geológico Nacional, en el lapso cuatro décadas, de 1888 a 1929, en el marco de un estado nacional y centralista y su paso a los regímenes posrevolucionarios. Por ello es importante señalar las acciones que expliquen las bases para el desarrollo de una elite nacional, los ingenieros científicos, grupo que reunió la episteme científica y política, y que estableció la vinculación de la riqueza minera con las ciencias geológicas. En consecuencia, los objetivos secundarios son el análisis del proceso de construcción de las esferas institucionales y a los protagonistas que impulsaron el estudio, desarrollo e institucionalización de las ciencias geológicas en el siglo XIX mexicano.

Asimismo se estudia el enlace entre educación y realización práctica sustentado en los vínculos entre los establecimientos educativos con las instancias de gobierno, y las iniciativas personales y colectivas de los hombres de ciencia a través de las instituciones en las que se promovió el reconocimiento de los recursos naturales (particularmente mineros y geológicos). Se explica la política de

²⁷ El Real Seminario de Minería fue fundado en 1792 en una época de auge en la actividad minera; la fundación de la Escuela Práctica de Minas en Fresnillo, Zacatecas en 1853, derivó de la recuperación de la actividad, luego de varias décadas en crisis; el establecimiento del Instituto Geológico en 1891 coincidió con la política de puertas abiertas que incentivó la llegada de capitales extranjeros, sobre todo ingleses y estadounidenses. Estas instituciones estatales formaron e integraron a sus filas a los cuadros especializados, es decir, a los expertos que se ocuparían de las actividades productivas y académicas.

centralización experimentada durante el porfiriato a través de los mecanismos formulados para el reconocimiento del territorio y sus recursos por manos expertas que derivaron en la promoción de la ciencia, innovación en la actividad y la fundación de espacios destinados a cumplir esa función. Por último, se exploran las razones políticas de la transferencia del Instituto a la Universidad Nacional de México en 1929.

VII

En lo que se refiere al enfoque teórico-metodológico, con la publicación de la obra *La estructura de las revoluciones científicas* de Thomas Kuhn²⁸ quedó de manifiesto que la historia de la ciencia ya no se ocupaba exclusivamente de la historia de las ideas, sino que se dedicaba también al estudio de las comunidades científicas. El hombre de ciencia es ahora considerado un miembro de una escuela científica configurada por condiciones sociales particulares y por un contexto definido; por consiguiente, “las instituciones científicas ya no son concebidas como meros soportes materiales de la actividad creadora, por el contrario, son vistas como materializaciones de determinadas funciones sociales realizadas por la ciencia, en vista de que los científicos son producto de los procesos de profesionalización que los introdujeron en el sistema de valores de la docencia y la investigación aceptada y legitimada socialmente”.²⁹

Esta investigación se nutre de los horizontes metodológicos propuestos por la historia social de la ciencia, la historia institucional y la teoría del actor-red, que consideran el desarrollo científico como resultado de las negociaciones de los intereses sociales, culturales, económicos y políticos de un determinado momento histórico, tomando en cuenta los factores externos de la evolución científica para poder explicar el devenir de su quehacer desde una dimensión social.³⁰ La ciencia, por lo tanto, es inseparable del medio intelectual, puesto que los factores externos que la circunscriben la hacen realizable o imposibilitan su avance.

Desde la perspectiva de la historia institucional, que no ha gozado de todos los prestigios en los últimos años, por cierto, se aborda el tema del desarrollo de la historia de la geología en México en el siglo XIX a través de las instituciones, entendidas como “el ámbito de decisiones legítimas sobre un objeto, elabora y despliega para su funcionamiento un conjunto de prescripciones, códigos visuales y verbales que integran o excluyen otros actores y versiones sobre su desempeño pasado, presente y futuro”. Contrario a lo que el prejuicio historiográfico postula, la institución es “una forma de

²⁸ Kuhn, *Estructura*, 1971, 319 p.

²⁹ Schubring, “Tendencias”, 1996, p. 179.

³⁰ Taton, “Biografías”, 1987, p. 73; Ruiz Torres, “Biografía”, 2005. pp. 165- 202

organización de la sociedad, no aquel lugar donde la sociedad no existe”.³¹ En suma, el enfoque adoptado se guía por el binomio Estado nacional-hombres de ciencia, en el sentido de la convergencia de intereses entre la entidad reguladora y las propias iniciativas personales y de grupo de la elite culta que formó parte de la comunidad científica mexicana, y que logró su posicionamiento en los ámbitos políticos más importantes de su tiempo.

La investigación está enmarcada en la búsqueda de explicaciones sobre el desarrollo e institucionalización de las ciencias geológicas, que retoma los horizontes metodológicos referidos, pero sobre todo, intenta la recuperación de fuentes documentales que respondan sobre el proceso de configuración de una práctica científica que nació por sus imbricaciones con la actividad minera. Por ello se analiza la práctica geológica, y no propiamente la enseñanza, con el fin de mostrar que la Escuela Nacional de Ingenieros fue un espacio científico heredero del Colegio Metálico de origen colonial, donde tuvo su origen esta área del conocimiento científico y, por lo cual representa un puente para examinar su derrotero institucional y comprender la configuración de los ingenieros científicos en México.

VIII

Para Steven Shapin y Simon Schaffer, la historia de la ciencia ocupa el mismo terreno que la historia de la política, ya que los practicantes de la ciencia han creado, seleccionado y mantenido una organización política dentro de la cual operan y elaboran su producción intelectual. La ciencia es el resultado de una creación colectiva, pues la producción intelectual realizada dentro de esa organización política ha devenido un elemento de la actividad política en el Estado.³²

Por su parte, la obra de Silvia Figueirôa representa un estudio modélico para la presente investigación, ya que constituye una clave para abordar la temática aquí propuesta. Puntualiza que la institucionalización es el término para describir la historia de los espacios científicos, identificando la génesis, el crecimiento, el reconocimiento de la especialización y de las disciplinas, relacionado con la organización institucional como forma social de existencia de esas actividades. Ese proceso implica el establecimiento de una red de apoyo de las actividades cuyos elementos más visibles son las instituciones científicas, en la cual está presente una comunidad científica o diferentes apoyos de grupos sociales, los intereses del Estado y de los particulares y a su vez refiere a un comportamiento continuo que encarna valores culturales.³³

³¹ Rodríguez Kuri, *Experiencia*, 2011, p 13; Saldaña, “Introducción”, 2005, pp. 9-33; cf. Dosil Mancilla *et al.*, *Continuidades*, 2010; Hinke, *Instituto*, 2011, 225 p.; Bartolucci, *Saga*, 2011, 321 p.

³² Shapin *et al.*, *Leviatán*, 2005, pp. 449-451.

³³ Figueirôa, *Ciências*, 1997, pp. 24-26.

Así pues, para los estudios de historia institucional se hace necesario conocer los orígenes y derroteros en la organización de corporaciones, museos, bibliotecas, cátedras, congresos y órganos de expresión, que relevan la práctica científica ejercida por los naturalistas, ingenieros científicos y demás miembros de la elite científica en los siglos XIX y XX.³⁴ Esta necesidad ha sido atendida de manera exitosa por la comunidad de historiadores de las ciencias en Iberoamérica.³⁵

Estos profesionales han privilegiado el estudio de los artífices de la institucionalización, mediante la factura de biografías,³⁶ lo mismo que el análisis del nacimiento y desarrollo de los campos disciplinarios, las corporaciones científicas y las sociabilidades, los organismos científicos, las publicaciones periódicas, así como diferentes espacios de investigación y docencia.³⁷ Esta riqueza historiográfica permite adentrarse en el contexto de desarrollo de los quehaceres científicos y situar la iniciativa de los hombres de ciencia, sus investigaciones, conocer sus resultados, los órganos de expresión y medios impresos que sirvieron como vehículo para difundir sus aportaciones y fundar espacios en los que tuvieron cabida aspectos de la sociedad culta.³⁸

No obstante a los esfuerzos de esta comunidad en acción, la historia de las ciencias geológicas representa un campo fértil sobre el que aún falta indagar diversos aspectos de su desarrollo, por ejemplo la fundación del Instituto Geológico de México en sus diversas etapas y las producciones históricas que realizaron los investigadores de este mismo organismo. Esta comunidad dio a la prensa valiosos estudios, en forma de monografías y folletos entre los que destacan los elaborados por José Guadalupe Aguilera, Ezequiel Ordóñez, Ángel Aguilar, Trinidad Paredes y Leopoldo Salazar Salinas, y que en conjunto se perfilan por reseñar de manera panorámica la creación y las labores del Instituto Geológico; son estudios oficiales que ofrecen rica información (aunque aséptica) y constituyen fuentes de primera mano.³⁹

³⁴ Mantegari, "Museos", 2000, p. 297; cf. Pérez Rojas, *Museo*, 1997, 252 p.; Azuela *et al.*, "Edificio", 2009, pp. 101-124.

³⁵ Lafuente *et al.*, *Mundos*, 2003; Soberanis, "Continuidades", 2010, pp. 179-213; Soberanis, "Ciencia", 1995, pp. 50-60; Soberanis, "Curiosidad", 1998, pp. 13-24; Azuela, "Comisiones", 2007, pp. 79-100; García Corzo, "Exploración", 2010, pp. 207-222; García Corzo, *Construcción*, 2009, 399 p.; Argueta Padro, *Revista*, 2010, 267 p.

³⁶ Moncada Maya, *Ingeniero*, 1994, 357 p.; Jáuregui de Cervantes, *Científico*, 1999, 220 p.; Urbán Martínez, *Obra científica*, 2000, 277 p.; Guevara Fefer, *Últimos*, 2002, 212 p.; Cuevas Cardona, *Científico*, 2002, 340 p.; Jáuregui de Cervantes, *Ponciano*, 2002, 221 p.

³⁷ Aceves Pastrana *et al.*, *Alfonso*, 2002, 245 p.; Moncada *et al.*, *Bibliografía*, 1999, 259 p.; Guevara Fefer, *Ciencia*, 2011, 305 p.; Azuela, *Tres*, 1996, 217 p.; Sabás, *Presencia*, 2010, 214; Vega *et al.*, "Geografía", 2011, pp. 51-80; Moncada, *Nacimiento*, 2003, 131 p.; Gómez Rey, *Enseñanza*, 2003, 157 p.; Gómez Rey, *Redes*, 2012, 308 p.; García Murcia, *Emergencia*, 2008, 236 p.; García Murcia, *Profesionalización*, 2013, 315 p.; Azuela *et al.*, "Proyectos", 2009, pp. 33-48.

³⁸ Cf. Ruiz Rosaura *et al.*, *Otras*, 2010, 311 p.; Sánchez Díaz *et al.*, *Contribuciones*, 1996, 396 p.; Saldaña, *Casa*, 2005, 410 p.; Ledesma Mateos, *Balderas*, 2007, 351 p.

³⁹ Aguilera, "Instituto", 1899, pp. 65-85; *Geological*, 1904, 1 map; Aguilera, "Reseña" 1909, pp. 857-859; Southworth, *Minas*, 1905, pp. 47-48; Guild, "Instituto", 1905, pp. 293-296, 1 pl.; Paredes, "Instituto", 1917, pp. 471-486; Aguilar, *Instituto*, 1917; Paredes, "Memoria", 1920, pp. 21-50; Terrones Benítez, "Geological", 1922, pp. 942-947; Salazar Salinas, *Instituto*, 1929; Santillán, *Annuario*, 1933; Ordóñez, *Instituto*, 1946.

De factura más reciente destacan los estudios de los geólogos Zoltan de Cserna⁴⁰ Salvador Enciso de la Vega,⁴¹ Raúl Rubinovich⁴² y Ernesto López Ramos y desde la perspectiva de la historia de las ciencias, los elaborados por Luz Fernanda Azuela,⁴³ José Alfredo Uribe Salas,⁴⁴ Consuelo Cuevas Cardona y José Omar Moncada y Mireya Blanco.⁴⁵ Los estudios antes citados se perfilan por el siglo XIX y ofrecen interpretaciones novedosas sobre el devenir científico en México y el establecimiento de organismos ligados al proyecto modernizador del porfiriato, pero a su vez evidencian el vacío historiográfico referente al primer servicio geológico oficial, el personal científico que nutrió sus filas, la vinculación que tuvo con el Estado, los empresarios y los políticos del momento y otros espacios y agentes generadores del conocimiento geológico.⁴⁶

IX

Entre los conceptos básicos para el análisis de las esferas institucionales que impulsaron el desarrollo de las ciencias geológicas en el siglo XIX, se sitúa naturalmente la ciencia como actividad social que tuvo sus propios derroteros y máximas expresiones en la profesionalización, la institucionalización y el encumbramiento social de sus profesantes, en tanto elite culta. Dentro de esta minoría se ubican a los ingenieros científicos: los actores estelares en la saga de las ciencias geológicas mexicanas, a través de su participación en las comisiones de exploración, en la burocracia estatal, en la enseñanza, la investigación y la difusión de los conocimientos. Nos hemos apoyado especialmente en los estudios y las reflexiones de los historiadores Antonio Lafuente, Barry Barnes, Silvia Figueirôa, Ursula Klein, José Omar Moncada, Inés Herrera, Rafael Guevara Fefer y Francisco Omar Escamilla, complementados por algunos más, como en seguida se explicita.

Ciencia e institucionalización

Para Antonio Lafuente, la ciencia es la actividad social que pretende en sus fines generar respuestas y soluciones a un Estado, al tiempo que produce consensos y construye espacios en común; en tanto

⁴⁰ Lorenzo *et al.*, *Ciencias*, 1968; Cserna, “Evolución”, 1990, pp. 1-20.

⁴¹ Enciso de la Vega, “Antecedentes”, 1975, pp. 38-45; Enciso de la Vega, “Algunos datos”, 1980, pp. 63-72; Enciso de la Vega, “Bosquejo”, 1995, pp. 48-55.

⁴² Rubinovich *et al.*, *José Guadalupe*, 1991; Rubinovich *et al.*, *Ezequiel*, 1998, 315 p.

⁴³ Azuela Bernal, *Minas*, 2005, 186 p.; Azuela Bernal, “Geología”, 2009, pp. 99-110; Azuela Bernal, “Emergencia”, 2011, pp. 55-77.

⁴⁴ Uribe Salas *et al.*, “Aportes”, 2006, pp. 779-789; Uribe Salas *et al.*, “Práctica”, 2006, pp. 11-35; Uribe Salas, “Sociedad”, 2006, pp. 1177-1188.

⁴⁵ Cuevas Cardona, “Estudios”, 2009, pp. 159-178; Cuevas Cardona, “Investigación”, 2011, pp. 81-102; Blanco *et al.*, “Ministerio”, 2011, p. 75.

⁴⁶ Herrera *et al.*, *Recursos*, 2004, 156 p.; Morelos, *Geología*, 2012; Morelos Rodríguez, *Vida*, 2013.

actividad social y humana, es regulada por una política científico-tecnológica cuyas medidas y acciones razonadas y racionales crean instituciones para formar cuadros especializados que llevaran a efecto la práctica científica.⁴⁷ Por ello, la ciencia es también una “práctica vinculada a las aspiraciones políticas, sociales y culturales del medio en que se desenvuelve [...] en gran medida dirigida y organizada por los poderes públicos que, con mayor o menor clarividencia, tienen un proyecto para su país”.⁴⁸

Las instituciones⁴⁹ son los espacios o canales mediadores entre la producción científica y la demanda social, por lo tanto un museo, una revista o una biblioteca serán igualmente consideradas “instituciones” o “espacios institucionales”.⁵⁰ Dentro de ellas existe un “decoro epistemológico”, sistema complejo de normas sociales que regulan la producción del conocimiento, las que marcan la pauta de la investigación, enuncian códigos de civilidad, adoctrinan, someten gustos y opiniones.⁵¹

Bajo estas consideraciones, la ciencia institucionalizada en México sirvió como instrumento para realzar el prestigio nacional de manera más contundente durante el porfiriato, toda vez que el general Porfirio Díaz se proclamó “Protector de las ciencias”, apelativo que hizo efectivo mediante el apoyo a la elite científica cosmopolita, en el marco de las exposiciones universales, los congresos especializados y el auspicio de espacios generadores de conocimiento, al tiempo que acentuaba con mayor contundencia la distinción entre cultos y profanos.⁵²

Profesionalización

En el siglo XIX, la ciencia occidental se convirtió en una profesión específica; la investigación pasó a ser una actividad exclusiva de profesionales, especialmente preparados y formalmente cualificados que explicaban de forma satisfactoria y “correctamente científica” los fenómenos naturales y sociales, en términos “factuales”.⁵³ Barnes indica que la profesionalización de la ciencia supuso sobre todo la creación de puestos de trabajo, especialmente en el sistema educativo y en la investigación, surgiendo con ella una nueva figura, la del científico profesional.⁵⁴

Esta tendencia se robusteció conforme avanzó la centuria, con la preparación sistemática en los diferentes campos científicos y la aspiración de los hombres de ciencia a dirigir su propio laboratorio o

⁴⁷ Lafuente, “Amateurs”, 2011. El paradigma de la modernidad se sostiene en el desarrollo de la ciencia y la tecnología, prevaleciente hasta hoy día.

⁴⁸ Lafuente, “Ciencia periférica”, 1986, p. 34.

⁴⁹ Cf. Bynum *et al.*, *Diccionario*, 1986, p. 459; Ledesma Mateos, *Balderas*, 2007, p. 20; Tamayo Pérez, *Frontera*, 1999, p. 25.

⁵⁰ Figueirôa, *Ciências*, 1997, pp. 24-26.

⁵¹ Shapin *et al.*, *Leviatán*, 2005, p. 17.

⁵² Cf. Nieto Galan, *Públicos*, 2011, 407 p.

⁵³ Barnes, *Sobre ciencia*, 1987, p. 65.

⁵⁴ *Ibidem*, pp. 8, 10, 20; cf. Pacheco Méndez, *Organización*, 1994, 182 p.

un instituto de investigación, constituyendo “una de las innovaciones más notables y significativas del siglo XIX”.⁵⁵ Asimismo, proliferaron cada vez más las sociedades científicas profesionales y las publicaciones especializadas, con el objetivo de difundir las investigaciones realizadas por ellos.

Ingenieros científicos

La consagración de los ingenieros científicos hunde sus raíces en la práctica científica que realizaron conforme a un lenguaje convencional, una nomenclatura propia, la difusión de sus resultados en los órganos de expresión bajo el “canon científico”⁵⁶ y su relación con otros expertos extranjeros, a través de la correspondencia, del asociacionismo y de la participación en foros especializados de inspiración mundial.

Esta nueva figura híbrida representó un actor de media vía que estaba por encima de los gremios dedicados tradicionalmente a generar ciencia aplicada pero por debajo de los científicos. Esta definición coincide con el reciente análisis hecho por Ursula Klein, quien sostiene que en el siglo XVIII en Europa, de manera especial en Alemania y Francia, se conformó una figura social diferenciada: los *artisanal-scientific expert*, quienes fueron un soporte dentro de los estados mercantilistas y verdaderas figuras híbridas. Entre ellos se encontraban matemáticos, químicos, mineralogistas, botánicos y exploradores de la Tierra; eran miembros de academias científicas y otras asociaciones ilustradas, autores de artículos y libros científicos, profesores de escuela, sobre todo en las de reciente creación, tales como los colegios de ingeniería y las escuelas técnicas.

Estos hombres fueron reconocidos en la sociedad como sabios o naturalistas (*Naturforscher*); al mismo tiempo, estos actores híbridos se posicionaron como expertos técnicos, al poseer conocimientos de minería, ingeniería militar, arquitectura civil, silvicultura, agricultura, técnicas de teñido de telas, manufactura de vidrio y porcelana, y un largo etcétera. Vivieron entre el mundo académico y el mundo industrial, participando dentro de las estructuras burocráticas estatales y estimulando la circulación de conocimiento y objetos entre ambos mundos. Se trató de actores que combinaron las investigaciones natural y tecnológica con ciertas ocupaciones en la industria y el comercio.⁵⁷

Para nuestro caso de estudio, la presencia de una distinguida minoría de mineralogistas, geognostas, químicos e ingenieros científicos experimentados en el trabajo de campo supuso el conocimiento del territorio o de algunas de sus porciones en sus facetas científica y económica. Del Colegio de Minería y la

⁵⁵ Barry, *Sobre ciencia*, 1987, pp. 9, 20.

⁵⁶ Cf. Azuela Bernal *et al*, “Representaciones”, 2011, pp. 163-177.

⁵⁷ Cf. Klein, “Artisanal”, 2012, pp. 303-306; Klein, “Savant”, 2012, pp. 349-379; Klein, “Prussian”, 2012, pp. 27-68.

Escuela de Ingenieros proceden la mayoría de los ingenieros mexicanos que hicieron de la práctica científica un mecanismo para recorrer grandes extensiones del suelo patrio.⁵⁸

En el último tercio del siglo XIX, algunas de las carreras de ingeniería se institucionalizaron y surgieron especialidades, al tiempo que el Estado privilegiaba la formación de técnicos a través de las políticas públicas y estableciendo una relación directa entre educación y ocupación.⁵⁹ Durante el porfiriato, el Estado centralizó la intervención en las grandes obras capitalistas y la enseñanza, mediante la formación de cuadros que se desempeñarían en esas labores. Incluso, es cuando la ingeniería de minas se institucionaliza con la creación del Instituto Geológico Nacional.

El universo de ingenieros decimonónicos en México que formó parte de la comunidad científica geológica fue pequeño, pero trascendental. En un puñado de hombres entre los que se sitúan Andrés Manuel del Río, Joaquín Velázquez de León, Miguel Bustamante (padre), Antonio del Castillo, Juan N. Cuatáparo, Santiago Ramírez, Baltasar Muñoz Lumbier, Mariano Bárcena, José Guadalupe Aguilera, Miguel Bustamante (hijo), Juan de Dios Villarello, Ezequiel Ordóñez, Teodoro Flores y Leopoldo Salazar Salinas, entre otros, se ubican a los precursores y continuadores de los estudios geológicos en México, quienes participaron en los ámbitos regional y nacional dentro de la burocracia, dictaron cátedras, abrieron oficinas de ensaye, despachos donde se atendía toda clase de trabajos de ingeniería, promovieron la formación de bibliotecas, asociaciones, cursos, museos, gabinetes, laboratorios, institutos y observatorios, dieron a la publicidad numerosos y variados artículos, folletos, libros, tratados y mapas. Además, fundaron y formaron parte de corporaciones científicas e industriales, compañías mineras o haciendas agrícolas en las que las ciencias geológicas tuvieron un papel relevante.⁶⁰

La suma de esfuerzos entre la elite científica y la intervención gubernamental quedó evidenciada en la generación de un nuevo actor, un hombre de ciencia completo, el hombre de práctica y de teoría que representó una media vía entre los ingenieros de minas y los geólogos, los científicos de la historia de la Tierra. Así, el nuevo actor, el ingeniero mexicano, desempeñó una multiplicidad de funciones en la docencia, en la investigación, en las negociaciones mineras y compañías petrolera, la práctica geológica de campo y en el Instituto Geológico.

⁵⁸ No debe pasarse por alto a algunos egresados de la Escuela Nacional de Agricultura, que también participaron en el conocimiento territorial y de los recursos naturales no renovables.

⁵⁹ Cf. Lundgreen, "Engineering", 1990, pp. 33-75; Escamilla González, "Orígenes", 2013, pp. 404-449.

⁶⁰ Destacan la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, la Sociedad Mexicana de Historia Natural, la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México, la Sociedad Minera Mexicana, la Sociedad Científica "Antonio Alzate", la Sociedad Mexicana de Minería, la Academia Mexicana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales correspondiente de la Real de Madrid, y del siglo XX, la Sociedad Geológica Mexicana, la Cámara Minera de México, la Asociación de Ingenieros de Minas y Metalurgistas de México.

El ingeniero de minas-geólogo mexicano era quien debía encargarse de las explotaciones mineras de un modo racional, en relación directa con los recursos naturales, los minerales metálicos y no metálicos, el agua, entre otras. En este sentido, viene al caso citar al ingeniero Mariano Bárcena quien definió a la geología “como una de las ciencias más importantes, por sus variadas y útiles aplicaciones y relaciones con la agricultura, la industria y la ingeniería; que estudia el conocimiento de la Tierra en toda su extensión; investiga su origen, la relación con los cuerpos celestes; su naturaleza, su historia, y las diversas creaciones que la han poblado”.⁶¹ Como puede observarse, la definición explicitaba los alcances de las ciencias geológicas en cuanto a su aplicación útil e inmediata en las empresas capitalistas que coadyuvaron para que varias de las iniciativas personales de los miembros de la elite se tradujeran en políticas públicas y en espacios científicos.

A través del estudio de los hombres de ciencia y su vínculo con el Estado es posible situar el desarrollo institucional, conocer la práctica científica y las políticas públicas que abrazaron los distintos gobiernos para conocer el territorio, la creación de espacios científicos para realizar una actividad remunerada, la organización de expediciones y, con ello, la legitimación de este actor en el proyecto modernizador. Tanto las publicaciones, la participación en foros especializados, como las conferencias y congresos fueron los medios empleados para dar a conocer el desarrollo de las ciencias geológicas entre pares y, en el caso de las conferencias, el mecanismo para comunicar las utilidades del conocimiento al público no culto.

Barnes sostiene que los científicos decimonónicos se afanaron por convertirse en una “especie de sacerdocio científico”, ya que eso les permitiría gozar de una posición elevada en la jerarquía social, a través de la inserción en las estructuras burocráticas, de recompensas y “emolumentos”, pero también porque comprendían que esa posición era fundamental para que “sus opiniones tuvieran credibilidad y sus consejos fueran oídos”, constituyéndose en una minoría de hombres egregios que decidía “qué era lo que valía como conocimiento empírico”.⁶²

Comisiones científicas

A lo largo del siglo XIX en México se fundaron establecimientos e instituciones científicas que colocaron al conocimiento del territorio –en sus aspectos geográficos, faunísticos, de límites territoriales, entre otros– como razón de su creación, objetivo que fue apoyado por los gobiernos que ocuparon el poder durante la centuria. El proceso de construcción nacional incluyó la educación, la exploración de la

⁶¹ Bárcena, *Tratado*, 1885, p. 11.

⁶² Barry, *Sobre ciencia*, 1987, pp. 82, 84, 92.

geografía nacional, la colonización y el progreso social y material, aspiraciones que buscaron los diferentes grupos políticos y a los que se sumaron los hombres de ciencia.

Es fundamental fijar la atención en el aparato gubernamental como promotor de espacios orientados en el conocimiento territorial a través del seguimiento a los “geólogos oficiales”, que participaron en las comisiones de exploración⁶³ sufragadas por el Ministerio y Secretaría de Fomento y por la Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo.⁶⁴ Ello permite analizar el proceso institucional que alcanzaron las ciencias geológicas en México, a partir de la formación de estos cuadros especializados y su inserción en la dinámica capitalista que hizo necesaria su existencia y la de aquellos organismos estatales encargados del conocimiento, exploración y explotación de regiones, dada su importancia estratégica, comercial y científica.

Las comisiones científicas son entendidas como un espacio de sociabilidad, con una estructura jerarquizada y de corte temporal en el que se relaciona un grupo de hombres de ciencia que comparten intereses y donde sustentan su relación con el poder, los empresarios y las instituciones educativas. Fueron el principal instrumento de conocimiento relacionado con la construcción de una ciencia nacional, basada en una estrategia. La estrategia consistió en la organización periódica de comisiones científicas a sitios de interés económico: antiguos y nuevos distritos mineros, zonas petrolíferas y mantos acuíferos. En dichas empresas se hacía la colecta de especímenes minerales, rocas, fósiles, muestras de agua y tierras para el estudio en el laboratorio y la exhibición en los gabinetes y en los museos ubicados

⁶³ Simmel, *Sobre la individualidad*, 2002, p. 195, expresa que “por una parte, están los individuos en su existencia inmediatamente perceptible, los que llevan a cabo los procesos de asociación, quienes se encuentran unidos por tales procesos dentro de una unidad mayor que uno llama “sociedad”; por otra parte, se encuentran los intereses que, habitando en los individuos, motivan tal unión: intereses económicos o ideales, bélicos o eróticos, religiosos o caritativos. Para satisfacer tales impulsos y para alcanzar tales propósitos, resultan innumerables formas de la vida social: todos los con-un-otro, para-un-otro, en-un-otro, contra-un-otro y por un-otro; en el Estado y la comuna, en la Iglesia y en las asociaciones económicas, en la familia y en los clubes”.

⁶⁴ Mijares Palencia, *Gobierno*, 1936, p. 15; Melville Ker, *Mexican*, 1940, pp. 119-120, refiere que una vez lograda la independencia de México, la Suprema Junta Gubernativa organizó la administración pública creando secretarías o ministerios. Por decreto del 8 de noviembre de 1821 se establecieron cuatro: Relaciones exteriores e interiores, Justicia y negocios eclesiásticos, Hacienda pública y Guerra y Marina. La Constitución de 1824 ratificó su creación, aunque su número varió a lo largo del siglo. El término *secretaría* o *ministerio* (y *secretario* y *ministro*) se han utilizado indistintamente, siendo más recurrente desde los primeros días de la República. Aunque la expresión oficial fue Secretaría, de acuerdo con la única circular de la Secretaría de Hacienda del 16 de septiembre de 1877 que dice: la Constitución da el nombre de *secretarios del despacho* a los funcionarios que autorizan las decisiones del presidente y que se desempeñan como sus asesores. El término *ministros*, aunque se utiliza con frecuencia no es adecuado, toda vez que no se utiliza en relación con el funcionario que ejerce estos atributos en las monarquías y gobiernos imperiales. La Constitución denominaba a las oficinas que estaban bajo jurisdicción de los Secretarios del Despacho, Secretarías de Estado, que bajo otras formas de gobierno han sido llamados Ministerios. Cada uno de los despachos de gobierno quedaba en la obligación de presentar cada año sus informes, en los que se incluían los decretos, las circulares y las leyes oficiales y obligatorias, bajo el nombre de *Memorias*. Sin embargo, a lo largo del siglo XIX se les denominó ministro o secretario, lo mismo que Ministerio y Secretaría. Para lo fines de este trabajo, se hará referencia al Ministerio de Fomento en el lapso del 21 de abril de 1853 al 23 de febrero de 1861, y de julio de 1863 al 19 de julio de 1867; para Secretaría de Fomento del 23 de febrero de 1861 a junio de 1863 y del 20 de julio de 1867 al 14 de abril de 1917. Aunque en los años de 1858, 1859, 1860 y 1863, hubo dos entidades legislando en el ramo, una en Paso del Norte y otra en la Ciudad de México.

en los espacios científicos y educativos, como las escuelas, institutos, asociaciones o bien en colecciones particulares.

Mediante el estudio de la comisión científica es posible comprender la integración y participación de los ingenieros científicos en el ámbito público, a través de la colaboración que hicieron en las corporaciones científicas, en los centros educativos y de investigación que se generaron en el siglo XIX y que subsistieron en el siguiente. Debido a que es en el marco institucional donde quedan reflejados los intereses personales, mutuos y colectivos, “las relaciones políticas no sólo se establecen alrededor del conocimiento, sino que son ellas mismas constitutivas del conocimiento científico”.⁶⁵

Evidentemente, este trabajo está limitado al estudio de las exploraciones científicas realizadas por un organismo federal, el Instituto Geológico de México entre 1891 y 1929, para lo cual fue necesario rastrear algunas de las comisiones geológicas que precedieron su existencia, de manera específica las organizadas por la Secretaría de Fomento. La restricción por este tipo de comisiones conlleva a mostrar una visión centralista, desde la ciudad de México, constreñida a la administración central, pues tanto la esfera pública regional como la esfera privada e individual las realizaron y no forman parte de este estudio.

En cuanto a los resultados técnicos se dirá que los informes geológicos elaborados por los empleados estatales se caracterizaron por su acentuado carácter práctico, sin aludir al entorno social, cultural, político o etnográfico, pues para entonces ya había consenso sobre cómo llevar a cabo la práctica geológica a través de la homologación en los protocolos de exploración y que marcaban cómo debían ser presentados los resultados; este rasgo, quizá, es un distintivo frente al viajero particular. Sin embargo, subyace preguntarnos a qué obedeció la instalación de comisiones, ya que no fue una empresa común. Se puede sugerir que la configuración del Estado moderno operó a través de este instrumento que se denominó comisión para apropiarse de los recursos en nombre del progreso.

Los discursos entre el viajero y el expedicionario estatal son distintos, en tanto que la tradición de este último descansa en las empresas organizadas por instituciones, escuelas, institutos, gobierno estatal y central, “marcadas por un acentuado utilitarismo, que proveyeron un significativo avance del territorio”, y que para el caso de México estuvieron adscritas al Ministerio y Secretaría de Fomento durante el siglo XIX.⁶⁶

⁶⁵ Guillaumin, “Teorías”, 2005, p. 239.

⁶⁶ Blanco, *et al.*, “Ministerio”, 2011, p. 75.

X

El texto está ordenado en tres partes con cinco capítulos que reflejan las etapas históricas de las ciencias geológicas en México. En el capítulo I se muestra que con el surgimiento de la geología en el Real Seminario de Minería (1792), algunos elementos de continuidad fueron heredados al Colegio de Minería y a la Escuela Nacional de Ingenieros en la formación científica de los cuadros especializados: los ingenieros científicos. Asimismo, se expone de manera panorámica el desarrollo de las ciencias geológicas en las regiones.

En el capítulo II se estudia la centralidad de algunas instituciones en el fomento de reconocimiento territorial y de los recursos naturales a través de las comisiones de exploración organizadas por el Ministerio y la Secretaría de Fomento, de manera particular en la gestión del general Carlos Pacheco entre los años de 1881 y 1891, lapso en el que nació la Comisión Geológica Mexicana que dio paso al Instituto Geológico de México.

En el capítulo III se analiza la creación y funciones del Instituto Geológico Nacional en el marco de un fuerte Estado nacional, intencionado a centralizar y promover la explotación de los recursos naturales para allegarse de prestigio internacional. El capítulo IV se centra en la adscripción del Instituto Geológico al Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos (DEGG), sujeto a la recién creada Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo por los regímenes revolucionarios y, por último, en el capítulo V se exploran someramente algunos de los argumentos políticos que inspiraron el traslado en 1929 del Instituto Geológico de México a la Universidad Nacional de México.

En lo que se refiere a las fuentes utilizadas en el estudio que ahora se presenta, destacan las fuentes de primera mano ubicadas en el Archivo Histórico del Instituto de Geología, que fue catalogado.⁶⁷ Otros repositorios consultados fueron el Acervo Histórico del Palacio de Minería (AHPM), Archivo General de la Nación (AGN), Archivo Histórico de la Universidad Nacional (AHUNAM) y el Archivo Histórico de la Universidad Iberoamericana, a través de la Colección Porfirio Díaz (CPD).

Se emplearon los informes anuales de los directores, la documentación generada por las comisiones de exploración que se organizaron en el Instituto Geológico y el Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos. Estos documentos proporcionaron una vasta e inédita información para la construcción de la historia institucional. Se muestra el organigrama del establecimiento, el número y nombre de los empleados oficiales, la tendencia en la exploración de sitios

⁶⁷ El proyecto de rescate fue llevado a cabo por la Dirección de Estudios Históricos-INAH, en colaboración con el Instituto de Geología de la UNAM, la presente investigación se suma a dicho proyecto.

estratégicos como los distritos mineros y zonas petrolíferas, la impartición de cursos en las escuelas nacionales y la participación de los ingenieros de minas en funciones públicas.

Igualmente se consultó en las bibliotecas “Antonio M. Anza” del Palacio de Minería, la Conjunta de Ciencias de la Tierra (BCCT-UNAM), Biblioteca del Instituto de Geografía “Antonio García Cubas” y la Biblioteca y Hemeroteca Nacional, la obra escrita por los ingenieros científicos del periodo en cuestión, contenida en prensa, boletines, revistas, anales, anuarios, folletos y memorias.

Otras fuentes imprescindibles fueron los repositorios digitales que permitieron acceder a fuentes de interés. Por otra parte, se efectuaron una serie de conversaciones con el Dr. Zoltan de Cserna[†], investigador emérito del Instituto de Geología. La investigación gráfica y cartográfica también fue fundamental para el proyecto, se recopilaron fotografías, planos y mapas de los siglos XIX y XX algunos de ellos poco conocidos y otros inéditos. Para esto se utilizaron documentos gráficos del Fondo Histórico de la Sociedad “Antonio Alzate” resguardada en el Acervo Histórico del Palacio de Minería, en la Mapoteca “Manuel Orozco y Berra”, el Archivo Histórico del Instituto de Geología (AHIG) y el sitio de GeoMex de la BCCT.

Algunos de los problemas enfrentados para la recopilación y la exploración de la temática abordada se derivó de la carencia de instrumentos de consulta de la abundante documentación registrada en el Archivo Histórico de la UNAM, dentro del Fondo Instituto de Geología, que solo tiene índices generales. Para el caso del Archivo Histórico del Instituto de Geología situado en el Museo de Geología, su catalogación estuvo en proceso durante la elaboración de esta tesis. Estos hechos obligaron a delimitar el tema propuesto ya que cada una de las diferentes esferas de competencia de la Secretaría de Fomento o los departamentos o secciones de investigación en que se dividió el Instituto implicarían varios estudios aparte.

Finalmente, como todo trabajo es colectivo quiero indicar que muchas de las ideas de esta investigación se las debo a mis asesores. José Omar Moncada con su erudición me ha orientado no sólo en mi doctorado, sino desde el comienzo de mis estudios en licenciatura brindándome su tiempo, su conocimiento y aliento y transmitiéndome su pasión por el oficio de historiar. Inés Herrera me mostró las relaciones de las ciencias geológicas con la actividad minera e hizo patente una vez más el rescate de la memoria documental con la catalogación del Archivo Histórico del Instituto de Geología de la UNAM, lo que me permitió consultar expedientes inéditos y vivir la experiencia en la ordenación y catalogación de los repositorios. Silvestre Villegas me mostró las conexiones políticas con la cultura científica y nutrió este trabajo con sus charlas en su cubículo o aquellas breves mientras se disponía hacer sus habituales paseos matutinos. Leonor Ludlow me guió en la historia institucional y en la internacionalización de las

ciencias geológicas, mientras que Rafael Guevara me nutrió con sus reflexiones en torno a la elite científica transnacional de la que formaron parte los ingenieros, a pensar en la tradición, la genealogía y la metodología de la historia de las ciencias. Con todos ellos estoy en deuda y quiero manifestar mi más profundo agradecimiento por su confianza, amabilidad, tiempo y disposición.

Agradezco al Dr. José Alfredo Uribe, al físico Omar Escamilla, al maestro Luis Espinosa, a la Dra. Elena Centeno, al Dr. Zoltan de Cserna[†] y al geólogo Enrique González; asimismo a los trabajadores de las bibliotecas y archivos que visité, a los amigos y colegas de Historiadores de las Ciencias y las Humanidades, A.C., a los del seminario de investigación permanente “Constructores, mano de obra, técnicas y materiales de construcción en México, siglos XVI-XX” y de la Comisión Internacional de Historia de las Ciencias Geológicas, sección México; al personal del Museo de Geología, de manera especial al ingeniero Oscar Irazaba y la licenciada Isabel Ponce; a Conacyt por haberme concedido la beca doctoral para llevar a término esta investigación y finalmente, a mis amigos y familia, mis padres, Jesús y Silvia, mis hermanos y Matías, a todos ellos, por su cariño y paciencia.

PRIMERA PARTE

El surgimiento de una nueva disciplina en un novel país

I. Las ciencias geológicas en México en el siglo
XIX

Hay ciencias que aunque basada su enseñanza sobre principios y teorías generales, necesitan apoyarse á cada paso en ejemplos y aplicaciones que deben referirse a localidades u objetos que estén al alcance de las personas que las estudian. Esta verdad, que abarca de un modo general a multitud de ciencias, es más aplicable a la Geología [...]

Entre las aplicaciones diversas que la Geología tiene se encuentra el conocimiento de las rocas que es tan útil al agricultor, lo es también al ingeniero civil, para elegir los mejores materiales de construcción, y al ingeniero de minas para esta misma aplicación, y bajo el punto de vista geológico que le da a conocer, por decirlo así, la anatomía de la tierra, pudiendo determinar las leyes que las rocas y las vetas minerales tiene en su colocación y yacimientos. Para el industrial, la Geología es un vasto caudal de conocimientos, que en multitud de ocasiones puede utilizar.

Mariano Bárcena, *Tratado de Geología*, 1884.

El objetivo de este capítulo es mostrar el surgimiento de la geología en México, que como otras ciencias contó desde su nacimiento con un gran soporte de carácter efectivo de las instituciones gubernamentales. Dicho apoyo se tradujo en el fomento de las actividades mineras y en el desarrollo de los estudios geológicos teóricos y prácticos (geología minera, vulcanología, paleontología, litología, petrología, sismología e hidrogeología, por mencionar algunas).

En un primer momento la unión entre educación y realización práctica se sustentaron a través del Real Tribunal de Minería (1777) y el Real Seminario de Minería (1792). Posteriormente con la Junta de Fomento a la Minería (1842) y el Colegio de Minería (1821); le continuó el Ministerio de Fomento (1853), la Escuela Especial de Ingenieros (1867) y finalmente la Secretaría de Fomento (1861) con la Comisión Geológica e Instituto Geológico de México (1888) y la Escuela Nacional de Ingenieros (1883). Todas estas instituciones impulsaron el reconocimiento de los recursos naturales (particularmente mineros y geológicos) a lo largo del territorio, a través de las comisiones científicas emprendidas por los ingenieros científicos en misiones de corte utilitario o como parte del adiestramiento a los alumnos.

En este apartado, se busca poner a la luz algunos elementos de continuidad heredados del Colegio de Minería en la Escuela Nacional de Ingenieros para demostrar los vínculos entre la época colonial y los años posteriores a la Independencia, respecto a la enseñanza de la mineralogía y las ciencias geológicas, en las que se formarían los ingenieros de minas-geólogos. Igualmente, se exploran los vínculos entre el viajero, el comisionado, los estudiosos y los profesores del Colegio de Minería, algunos egresados de la Academia de Minas de Freiberg y otros más de la institución mexicana, partiendo del supuesto que estos actores tejieron una red de intercambio epistolar, de hechos y observaciones factuales, de objetos científicos, de publicaciones, etcétera.

Este nexo entre los naturalistas mexicanos y extranjeros se explica por el origen común que compartieron: el entrenamiento científico técnico recibido en las academias de minas europeas y americanas. Varios de los egresados de la Academia de Minas de Freiberg estuvieron en diferentes momentos y por diversas razones en la Nueva España y en México. En este orden de ideas, se abordan dos elementos para explicar el surgimiento de las ciencias geológicas, en sus vertientes práctica y académica. Un elemento lo constituye el ámbito institucional (las esferas de la geología académica dirigidas a formar ingenieros y certificar sus saberes), mientras que el segundo elemento es la variada gama de actores que la profesaron, al tiempo que estos hombres se erigieron como profesores respetados y autoridades académicas de alcance mundial.

A su vez, la naturaleza de los objetivos que se intentaron lograr a través de este sistema educativo, coincidentes con las políticas públicas diseñadas por el Ministerio y posteriormente la Secretaría de

Fomento, advierten que el Colegio de Minería fue un importante receptáculo en la práctica y enseñanza de las ciencias que influyó en el desarrollo de los estudios en las escuelas regionales, proyectadas a seguir o importar el modelo de la capital.

1. EL ESTUDIO DE LA MINERALOGÍA Y LA GEOLOGÍA EN EL COLEGIO DE MINERÍA (1821-1866)

La geología es la ciencia de la Tierra que nos enseña cómo es el planeta, de qué está hecho, cuál es su edad, cómo y cuáles han sido sus procesos, las formas de sus suelos, la historia de las montañas, las profundidades abisales de sus océanos, qué son y cómo se originan los terremotos y las erupciones volcánicas. También investiga las huellas de la evolución de la vida, mediante los registros geológicos existentes, desde los primeros moluscos, la primigenia vegetación y los dinosaurios, hasta llegar al hombre, dentro de una ostentosa escala de tiempo que perturba la imaginación. La geología se ocupa de esto y mucho más. Es una “síntesis de las ciencias naturales: la astronomía, la biología (antes historia natural), la química, la matemática y la física”, pero, para lograr su delimitación como disciplina tuvieron que pasar muchos siglos.¹

Varios especialistas coinciden en que los cimientos científicos de la geología moderna fueron establecidos a fines del siglo XVIII, concretamente en el último cuarto. Francisco Pelayo indica que los nombres de Abraham Gottlieb Werner (1749-1817) y James Hutton (1726-1797) “se citan como dos de los pilares fundamentales alrededor de los cuales giraron los nuevos métodos basados en la observación, la contrastación y la experimentación”.² Toda vez que, hasta antes del siglo XVII la explicación sobre el origen e historia de la Tierra, lo mismo que los fósiles tenían su fundamento en los relatos bíblicos.³

Werner estudió en la recién creada Academia de Minas de Freiberg en Sajonia, y más tarde, en 1775 fue nombrado profesor en ella, cargo que ocupó durante cuarenta años. Esta fecha, “puede considerarse como punto de partida para la organización de las ciencias geológicas”.⁴ En esta Academia pronto alcanzó celebridad entre todos los estudiantes de Europa y elaboró una *síntesis* de su enseñanza concerniente a la geognosia, “la ciencia que trata de la tierra sólida como un conjunto y de las diferentes

¹ Leet, L. Don, *et al.*, *Mundo*, 1971, p. 14; *cf.* Lindberg, *Inicios*, 2002, pp. 101, 110, sostiene que Aristóteles “casi sin ayuda creó disciplinas enteramente nuevas. Su *Física* contiene un detallado estudio de la dinámica terrestre. Su *Acerca del cielo* desarrolló una explicación de la astronomía planetaria. Se ocupó de los fenómenos geológicos, incluidos los terremotos y la mineralogía, cuya influencia llegaría hasta el siglo XVII.

² Pelayo, *Teorías*, 1991, p. 8.

³ Rudwick, “Objetos”, 2008, pp. 201-241.

⁴ Pelayo, *Teorías*, 1991, p. 8.

localizaciones de minerales y rocas de las que éste está compuesto, así como el origen de esos minerales y rocas y de sus interrelaciones”.⁵

Por su parte, la enseñanza de la mineralogía abarcó más que las sustancias minerales, insistiendo en cómo el mundo mineral influía en la técnica y en la industria. Uno de sus coetáneos, el naturalista francés Georges Cuvier (1769-1832) dejó registrado que:⁶

[...] En aquella pequeña Academia de Freiberg, fundada con el propósito de formar ingenieros y capataces de minas para las minas de Sajonia, se presentaba, de nuevo, el espectáculo de las universidades medievales; allí se reunían estudiantes procedentes de cada nación civilizada. Podían verse a personas de los países más remotos, ya entradas en años, personajes cultos y bien situados, que se dedicaban afanosamente al estudio del alemán, a fin de poder ponerse en condiciones de sentarse a los pies de ese “Gran oráculo de las ciencias de la Tierra”.⁷

La publicación fundamental de Werner fue un folleto de 28 páginas que llevó por título *Kurzge Klassifikation und Beschreibung der verschiedenen Gebirgsarten* que completó en 1777 y que fuera publicado diez años después. El valor de este prospecto radica en que presentó un esquema estratigráfico que se consideraba aplicable a toda la Tierra y propuso una teoría para explicar su origen, postulando que: “inicialmente la Tierra estuvo completamente cubierta por un océano primordial que cubría incluso las montañas más altas. Aguas profundas y turbias contenían en suspensión o solución todos los materiales que forman ahora la corteza terrestre”. La importancia que esta teoría concedió al papel del agua hizo que se le conociera como *neptunista*.⁸ Este programa de investigación hacía hincapié en el estudio sistemático de la geología, aplicando además, todas las observaciones extraídas del uso práctico de la minería. De modo que la labor del geólogo era reconocer en todos los lugares las “formaciones universales”.⁹

En otro orden de ideas, Hutton ofreció otra explicación en su *Theory of the Earth* (1788) conocida como *plutonismo* debido “a la existencia de un calor interno que consolidaba los estratos, a la existencia de continuos ciclos geológicos, y en consecuencia, de una uniformidad en la actividad de los agentes físicos y a la necesidad de atribuir a la Tierra una edad indefinida, rozando con la eternidad”.¹⁰ Esta síntesis fue precursora del *actualismo* o *uniformitarismo* que Charles Lyell (1797-1875) enunció en su *Principles of Geology* en 1830.¹¹

⁵ Hallam, “Neptunistas”, 2008, pp. 244-245.

⁶ *Ibidem*, pp. 243-270.

⁷ Cit. en *ibidem*, p. 245.

⁸ *Ibidem*, p. 247.

⁹ Pelayo, *Teorías*, 1991, p. 11; cf. Escamila, “Orictognosia”, 2011, pp. 526-561.

¹⁰ Pelayo, *Teorías*, 1991, pp. 12-13.

¹¹ Cf. Virgili, *Lyell*, 2003.

Los postulados de Werner tuvieron gran repercusión e influencia en España y, por consiguiente en la Nueva España, toda vez que personajes como los hermanos Juan José (1754-1796) y Fausto Elhuyar (1755-1833), Friedrich Traugott Sonneschmidt (1763-1824), Alexander von Humboldt (1769-1859), Andrés Manuel del Río Fernández (1764-1849), Ignacy Domeyko (1802-1889), Federico Weidner y Friedrich von Gerolt (1797-1879), estudiaron en la Academia de Minas de Freiberg y “todos ellos fueron los más conspicuos difusores iniciales del paradigma acuoso para explicar la formación y las transformaciones del planeta Tierra”¹² y estuvieron profundamente asociados al desarrollo e institucionalización de las ciencias geológicas en México a través de los intercambios académicos con la elite científica novohispana y mexicana.¹³

En 1777 se creó el Importante Cuerpo de la Minería de Nueva España, que comprendía al Real Tribunal General también llamado Real Tribunal de Minería o Tribunal de Minería y al Real Seminario de Minería o Colegio Metálico. El Tribunal tenía por objeto mejorar el estado decadente de la minería, corregir los abusos introducidos y remediar las quejas que de éstos resultaban. Pidió también se hicieran nuevas ordenanzas del ramo, que llevan la fecha en Aranjuez a 22 de mayo de 1783, y por ellas se determinó el establecimiento del seminario propuesto por los diputados, que debería servir para los estudios metalúrgicos.¹⁴

De esa manera, la participación de un cuerpo de expertos en la actividad productiva se inició con la fundación del Real Seminario de Minería en 1792 durante el reinado de Carlos III, cuando se implementaron una serie de medidas de corte ilustrado para mejorar la economía, la explotación de las riquezas y contar con una elite burocrática y un cuerpo científico técnico.¹⁵

Este establecimiento fue la primera escuela científica técnica en América, dirigida por el mineralogista Fausto de Elhuyar, que tuvo por objetivo central atender las necesidades de la Corona

¹² Uribe Salas, “Aclimatación”, 2013, p. 118.

¹³ *Festschrift zum hundertjährigen Jubiläum der Königl. Sächs. Bergakademie zu Freiberg am 30. Juli 1866*, vol. 2, Druck der K. Hofbuchdruckerei von C.C. Meinhold & Söhne, 1867, pp. 223-298, disponible en <http://archive.org>, consultado el 11 de diciembre de 2013.

¹⁴ Orozco y Berra, *Memoria*, 1867, pp. 181-183; cf. Flores Clair, *Minería*, 2000, pp. 59-97.

¹⁵ Desde el punto de vista de la legislación minera no existe documentación que confirme el cambio de las distintas denominaciones de manera oficial, ya que lo que privó fue hablar del Colegio de Minería o Establecimiento de Minería, hasta que se expidió el decreto de ley de 1883 de la Escuela Nacional de Ingenieros. Ante esta carencia y para fines de uniformidad en la tesis cuando se hable de Real Seminario de Minería, Seminario Metálico o Colegio Metálico se hará referencia a la institución que funcionó con ese nombre de 1792 a 1821, Colegio de Minería (1821-1833, 1834-1863), Tercer Establecimiento de Ciencias Físicas y Matemáticas (1833-1834), Escuela Imperial de Minas (1863-1867), Escuela Especial de Ingenieros (1867-1883), Escuela Nacional de Ingenieros (1883-1910) y Escuela de Ingeniería a partir de 1910 hasta la actualidad. Cf. *Reales Ordenanzas*, 1902, pp. XV, 10, 37, 38, 94, 115, 123, 131; *Ley de Instrucción*, 1883, p. 38; *Ordenanzas de Minería*, 1961, p. 18; Ramírez, *Datos*, 1982, pp. 8, 25, 40, 43, 51, 58, 61, 92, 265, 283, 297, 464, 483, 489 y 490.

española, sus funcionarios públicos y los propietarios mineros, por medio de la enseñanza de los aspectos teóricos y prácticos de la minería por la vía científica.¹⁶

En el establecimiento minero se ofrecieron las carreras de perito facultativo en minas y perito beneficiador de metales, a través de la enseñanza de las ciencias, las matemáticas, la geometría práctica, la física experimental, la teoría de las montañas, la química, reducida a la parte del reino mineral y comprendiendo también en ella la mineralogía o conocimientos de los minerales y la metalurgia, que trataba de los diversos métodos y operaciones con que se benefician todos los productos subterráneos.¹⁷

Con el entrenamiento de estos agentes se aseguraba la dirección en las operaciones por “hombres bien instruidos en los principios y reglas que ministran las Ciencias naturales y prácticas, y las Artes conducentes, y á quienes la experiencia propia haya enseñado su justa y conveniente aplicación”.¹⁸ Los peritos facultativos de minas eran “sujetos inteligentes, instruidos y prácticos en la geometría, en la arquitectura subterránea e hidráulica, maquinaria, carpintería, herrería y albañilería”.¹⁹ Además, serían expertos en el conocimiento de los minerales a través de la enseñanza de la mineralogía y del tratamiento para extraerles el metal por medio de la metalurgia, a quienes se les otorgó el título de peritos beneficiadores.

En ese marco, el Colegio de Minería formó parte del proyecto de difusión científica, propio del despotismo ilustrado de la Corona española de fines del siglo XVIII. Fue una institución que trascendió como ámbito educativo y que fuera visitada y conocida por viajeros naturalistas y mineralogistas, entre ellos a Alejandro Malaspina, Friedrich Sonneschmidt, Alexander von Humboldt, Friedrich Gerolt, Joseph Burkart, por citar algunos.²⁰

En cuanto a la evaluación y titulación de los alumnos, se organizaban actos públicos anuales en presencia del Tribunal de Minería, para manifestar su aprovechamiento y en donde los más destacados eran premiados.²¹ La formación de los peritos incluía la parte teórica con su aplicación práctica, pues debían ir por tres años a los reales de minas, una vez concluidos sus estudios teóricos. Durante ese periodo se practicarían las operaciones con el perito facultativo de minas o el perito beneficiador del distrito al que fueran destinados, en tanto que la práctica sería certificada por los peritos y diputados territoriales. Posteriormente la duración de las prácticas fue disminuida a dos años, de acuerdo al

¹⁶ Cf. Izquierdo, *Primera*, 1958; Flores Clair, *Minería*, 2000.

¹⁷ Ramírez, *Datos*, 1982, pp. 62-63.

¹⁸ *Ordenanzas de Minería*, 1961, Artículo I, Título XVII, p. 39.

¹⁹ *Idem*.

²⁰ Méndez, *Tribunal*, 2012, p. 636.

²¹ Cf. Díaz y de Ovando, *Annuarios*, 1994.

Reglamento del Colegio, las cuales se desarrollarían bajo la dirección de un profesor, en los reales de minas más cercanos a la capital.²²

En este escenario, el germen institucional de las ciencias geológicas en México se ubica en el Real Seminario, a través de la creación de la cátedra de mineralogía, geognosia y artes de minas en 1794, que inauguró el mineralogista y químico madrileño Andrés del Río. Asimismo, correspondió a este catedrático elaborar un texto *ad hoc* para la enseñanza de estas ciencias, del cual se carecía, y que constituiría el primer tratado de esta disciplina facturado en América que llevó por título *Elementos de Orictognosia o el conocimiento de los fósiles* (1795), obra en la que se ocupó de las “tierras, piedras y sales” y en donde puso énfasis en el binomio teoría-práctica y en el conocimiento de los minerales locales para emprender la explotación de minas.

Las ciencias geológicas serían reforzadas en 1803 por Alejandro de Humboldt, quien dio a la circulación la *Pasigrafía Geológica*, opúsculo publicado en la segunda edición de los *Elementos de Orictognosia* de 1805 en la que Del Río trató de los “combustibles, metales y rocas”. La obra del prusiano dotó de un lenguaje universal a las cartas y “permitió de manera clara la representación de datos geológicos y cartográficos, por medio de letras, flechas, símbolos y abreviaturas para las formaciones y tipos de rocas”.²³ El significado de esas obras fue relevante, toda vez que configuraron la práctica geológica y mineralógica que se hacía en nuestro territorio y que expresó tanto la institucionalización como la profesionalización de los expertos mineros que transitaron a “geólogos”.

Del Río fue el principal difusor y cultivador de estas ciencias útiles en Nueva España, quien “reconoció su deuda intelectual” con Werner, Lavoisier, Linné y Cuvier, de los que aprendió “sus teorías y procedimientos para desentrañar los secretos de la naturaleza”. José Alfredo Uribe señala que de Linné conoció la “sistemática” que daría lugar al nacimiento de la paleontología y de Cuvier, el estudio de los restos de animales fósiles con el fin de demostrar que eran distintos a los actuales, cuya desaparición atribuyó a “cataclismos” geológicos. Dotado de estas herramientas conceptuales, Del Río enseñaría la “nueva ciencia mineralógica” en el Real Seminario de Minería de México que acentuó el entendimiento sobre la composición de los yacimientos explotados en Nueva España, convirtiéndose en una “disciplina científica de efectos multiplicadores del volumen de menas y de sus rendimientos útiles en valores por el sistema metalúrgico de la época”.²⁴

Fue también durante el siglo XVIII que en la Nueva España como en otras latitudes, se llevaron a cabo numerosas expediciones científicas de la más variada índole, aunque destacaron las dedicadas al

²² Méndez, *Tribunal*, 2012, p. 643.

²³ Moncada, *Nacimiento*, 2003, p. 49.

²⁴ Uribe, “Acimatación”, 2013, pp. 118-119.

estudio de la historia natural y a la actividad minera, en las que los mineralogistas desplegaron su práctica. Para los fines de este estudio, vale la pena recordar a la comisión mineralógica enviada a Perú y Nueva España en 1788, a cargo de Fausto de Elhuyar, y un grupo de diez técnicos alemanes, entre los que se distinguió Friedrich Sonneschmidt y que tuvo entre sus misiones evaluar el método de amalgamación utilizado por los mineros y de paso, estudiar y hacer el reconocimiento territorial de los recursos naturales y otros objetos científicos, como las meteoritas.²⁵

Desde finales del siglo XVIII, los profesores del Real Seminario de Minería, entre ellos Elhuyar y Del Río, fueron “puntos de referencia de los viajeros extranjeros” que arribaron al virreinato y después a la nación independiente con miras de conocer la naturaleza”.²⁶ Ahora bien, la línea de pensamiento introducida por Andrés del Río fue continuada por uno de sus discípulos más destacados: Antonio del Castillo (1820-1895), a quien le tocó la irrupción del uniformitarismo,²⁷ formulada por el inglés Charles Lyell, originando una geología “ ecléctica ” que sería profesada por los hombres de ciencia e ingenieros mexicanos, y decimos ecléctica porque las autoridades intelectuales seguidas en México eran alemanes, franceses, españoles y estadounidenses, aunado a que el estudio de la geología siguió supeditada a los aspectos prácticos de la minería.

Del Río fue promotor de la incorporación de la ciencia geológica como materia y disciplina dentro del plan de estudios del Colegio de Minería, sin embargo, indica José Alfredo Uribe, no vio en vida la cristalización de su propuesta: “ Demostradas, pues, las ventajas de la geología, es un dolor que habiendo dos colecciones, una comprada por el colegio y otra regalada por Mr. Duport, y además mi manual de Geología... es una lástima, repito, que no haya fondos para dotar una cátedra ”.²⁸

Como se indicó anteriormente, Del Castillo fue el sucesor en la cátedra de mineralogía que había sido dictada por el ilustre Del Río durante cincuenta años, con ligeras interrupciones. En 1846, el joven mexicano obtuvo la titularidad, misma que ocupó por 49 años. Su labor se inscribe en la búsqueda de

²⁵ Cf. Sonneschmidt, *Beschreibung*, 1810; cf. Sempat, “ Despoblación ”, 1989, pp. 428-429 comenta que “ con la explotación de las minas de Guanajuato y Zacatecas, y la aplicación del método de amalgamación en frío, la plata se convertirá en el eje económico de la colonia. Esta fase de desarrollo del sector minero apareció impulsada por la iniciativa privada y el Estado, el cual apoyó de diversos modos la seguridad de la frontera, la innovación tecnológica y la migración de indígenas hacia los reales de minas del norte ”. Sonnechmidt sostuvo una controversia con el presbítero Alzate sobre la meteorita Zacatecas, cf. Sonneschmidt, *Tratado*, 1983, p. XVI.

²⁶ Uribe, “ Aclimatación ”, 2013, p. 122.

²⁷ Lyell, *Elementos*, 1847, pp. 1-2. Para Lyell, la geología – ciencia cuyo nombre deriva del griego ge, la tierra, y logos, discurso –, se ocupaba de la resolución de dos problemas fundamentales; el primero sobre las materias de que se compone la tierra y el segundo, sobre la manera en que están dispuestas estas materias. Señaló que dichas investigaciones parecían referirse exclusivamente al reino mineral o a los diversos terrenos, metales y rocas, que se encuentran en la superficie de la tierra o a diferentes profundidades. Pelayo, *Teorías*, 1991, p. 31. El uniformitarismo atribuía para todos los cambios que habían ocurrido a lo largo de la historia de la Tierra a la acción lenta de las causas existentes tomar en cuenta la duración de los tiempos geológicos, que en el pasado no sólo eran idénticos a los que se podían observar hoy sino que además eran esencialmente uniformes en intensidad.

²⁸ Cit. Uribe, “ Aclimatación ”, 2013, p. 125.

innovaciones en la enseñanza, que derivaron en el impulso de la geología, la mineralogía, la paleontología y otras especialidades que surgieron con el correr de los años, por ejemplo en petrografía o meteorítica.

Desde que Del Castillo asumió la cátedra de mineralogía, propuso su división en dos cursos, uno para la mecánica aplicada (a la maquinaria), después llamada mecánica industrial, y otro curso para la mineralogía y geología, saberes útiles para el conocimiento de las rocas para mejorar la explotación minera. En este curso se incluyó también a la paleontología, rama del conocimiento eficaz para la determinación de la edad geológica a través de los fósiles. Mientras que la cátedra de geología fue creada en 1844 y quedó a cargo del ingeniero Joaquín Velázquez de León.²⁹ A partir de 1867, en esta cátedra quedaron suscritas la mineralogía, la geología y la paleontología y fue desempeñada por Del Castillo, quien estaba consiente del desconocimiento de nuestra porción territorial:³⁰

al recorrer los anales de las ciencias y encontrar que la geografía física de nuestro país es solo conocida por las sabias memorias de un prusiano y un sajón: al ver, en fin, que los químicos de Paris descubren en nuestras propias sustancias minerales, cuerpos nuevos que los hacen insignes, se creería naturalmente que no había en México, un bello y rico colegio de minas.³¹

En este marco, un grupo de profesores del Colegio de Minería entre ellos Joaquín Velázquez de León, entonces director del establecimiento, los ingenieros Miguel Velázquez, quien era su sobrino, Pascual Arenas y Antonio del Castillo, secundaron la propuesta que hiciera éste último cuando ocupaba una curul de diputado durante el gobierno de Mariano Arista en 1851, para la creación de la Escuela Práctica de Minas.³² En 1853 gracias al impulso del ministro de Fomento Joaquín Velázquez de León, se fundó la Escuela en el mineral de Fresnillo, en Zacatecas. Este hecho resultó muy significativo en la práctica científica, pues en esta escuela se ensayó la división moderna de las disciplinas, en las que unas tenían por objeto el estudio de las rocas y otras la maquinaria, pero con un mismo fin, la explotación minera. Desde que comenzó a funcionar la Escuela en 1854, se dedicaron al principio del curso de explotación de minas, de quince a veinte días para el estudio de la formación geológica del bajío de Fresnillo, partiendo del cerro del Proaño como centro de explotación y la colecta de muestras geológicas de aquel sitio.

El profesor Del Castillo se distinguió por la nueva manera de enseñar la ciencia geológica, ya que en sus cursos prácticos, “acostumbraba llevar a sus alumnos a distintas partes del país con el fin de

²⁹ Cf. Velázquez de León, “Discurso”, 1844, pp. 205-208; Velázquez de León, “Discurso”, 1994, pp. 38-47.

³⁰ Un primer antecedente para la creación de la cátedra de geología es del 11 de noviembre de octubre de 1833, cuando se le nombró catedrático de geología a Friedrich von Gerolt “en primero y único lugar” y a Juan Méndez para la de mineralogía, “en clase de provisional” en el Establecimiento de Ciencias Físicas y Matemáticas, aunque no llegaron a funcionar. Archivo Histórico del Palacio de Minería (AHPM en adelante), 1833, I, 190, doc. 17, f. 9.

³¹ Castillo, Antonio del “Ojeada sobre algunos conocimientos útiles al minero”, *El Siglo Diez y Nueve*, año II, núm. 686, segunda época, México, 12 de septiembre de 1843, p. 3.

³² Flores Clair, “Experimento”, 2001, p. 7.

adquirir datos para la formación de una carta geológica de la República y coleccionar ejemplares de rocas y minerales” para enriquecer los museos o gabinetes del Colegio de Minería, del Museo Nacional y la suya propia.³³ Asimismo, este ingeniero mejor pertrechado y posicionado en las elites científica y política en el último tercio del siglo XIX, impulsó la consolidación institucional de la geología cuando la enseñanza y la certificación de los ingenieros científicos se hizo evidente, fundando así el Instituto Geológico Nacional, del que fue primer director.

Del Castillo fue promotor de la formación científico-técnica y práctica de los ingenieros de minas, pues indicó, que en esta profesión no se podía carecer de los conocimientos esenciales para el levantamiento de planos topográficos, geognósticos y petrográficos, de la geometría descriptiva por sus amplias aplicaciones a los planos petrográficos, los procedimientos del beneficio de metales, “donde los conocimientos de metalurgia y química tienen su aplicación” y, agregó:

la precedente enumeración rápida de las ciencias que desde luego tienen una aplicación inmediata y directa en la práctica de minas, ciencias que de contado suponen los conocimientos previos de matemáticas, física química y mineralogía, son a mi ver las que forman el criterio y tópicos del buen ingeniero de minas. Mas como resumen de su vasto saber, la geología viene a formar el último término de su larga y penosa carrera científica. [...] En fin, nosotros no podemos mas que emitir nuestros sinceros votos por el progreso de las ciencias industriales, como base de la prosperidad de las naciones; el mando y el poder es ahora arbitrio: la posteridad consignará en las páginas de sus anales, la gloria o la infamia.³⁴

La confección de mapas y planos durante la primera mitad del siglo XIX fue reducida y estuvo íntimamente ligada a la industria minera, por ello, desde los primeros años de vida independiente los funcionarios de los distintos gobiernos vieron en los trabajos de reconocimiento territorial un medio racional para la defensa de un vastísimo pero desconocido territorio. En 1822 se organizó un grupo de ingenieros militares al mando de Diego García Conde (1760-1825) para elaborar la carta geográfica del país; desafortunadamente la empresa se malogró por el desplome del Imperio de Iturbide.³⁵

Un espacio pionero en la realización de los quehaceres científicos fue el Instituto Nacional de Geografía y Estadística, que desde 1833 agrupó a intelectuales, científicos y técnicos, siendo una de sus primeras tareas el levantamiento de la carta general y la estadística de la República, de la cual se careció hasta 1849 cuando fue terminada.³⁶ Omar Moncada señala que con ello se hizo patente la profesionalización de la geografía, “manifiesta por la necesidad del Estado mexicano, o si se quiere, por algunos de sus gobiernos, de conocer el territorio sobre el cual ejercía su poder, que en numerosos casos

³³ Aguilera, “Antonio del Castillo”, 1896, p. 5.

³⁴ Castillo, “Ojeada”, 1843, p. 3.

³⁵ Cf. Moncada Maya, “Milicia”, 2004, pp. 173-214.

³⁶ Moncada, *Nacimiento*, 2003, p. 80. El Instituto Nacional de Geografía y Estadística en 1851 cambió su denominación por Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística.

fue más ficticio que real, al desconocer la disponibilidad de recursos naturales y humanos, del país”.³⁷ Igualmente, fue a la luz de esa corporación que la geología tuvo un canal que favoreció la indagación y la difusión de sus adelantos.

En este sentido, destacó la importancia del reconocimiento territorial, particularmente la Comisión Exploradora del Istmo de Tehuantepec de 1842, impulsada por el contratista privado y concesionario de los derechos, el empresario José de Garay³⁸ y sufragada por el gobierno de Antonio López de Santa Anna para estudiar la factibilidad de abrir una vía de comunicación en el istmo, región ampliamente estudiada por el cúmulo de exploraciones que se organizaron y que tuvieron entre sus múltiples intereses el estudio de la geología y la mineralogía de esa porción territorial, toda vez que se trató de una comisión integrada por ingenieros y empleados al servicio del gobierno mexicano, entre los que se encontraba en calidad de director el ingeniero Cayetano Moro, el ingeniero y teniente graduado Teodoro de la Troupliniere, el capitán de plana mayor José González y Robles como secretario y tesorero y el oficial 1º del Ministerio de Guerra y Marina Pedro Garay y Garay y el teniente de marina, Mauro Güido de Güido.³⁹

Por su parte, el ingeniero de minas alemán Joseph Burkart, quien radicó en México por diez años, de 1825 a 1834, confeccionó cartas geológico-mineras, como el “Esbozo geonóstico de los caminos de Tlalpujahua a Huetamo, Jorullo y Valladolid” (“Geognostische Skizze des Weges von Tlalpujahua nach Huetamo dem Jorullo und Valladolid. Maasstab von 20 leguas 26.63 auf einen Grad”) en 1832, y cuatro años más tarde levantaría el “Mapa de las montañas de Zacatecas” (“Karte des Gebirges von Zacatecas”), que fueron integradas en una obra de dos volúmenes publicada en Stuttgart en 1836, que contenía “noticias sobre nuestro país, sus productos, vida, etc.” Este ingeniero, fue un “experto técnico y buen

³⁷ Otras sociedades científicas que dieron cabida a los estudios geológicos en sus respectivos órganos de difusión fueron la Sociedad Mexicana de Historia Natural (1868) que contó con *La Naturaleza*; la Sociedad Científica “Antonio Alzate” (1884) a través de sus *Memorias, Revista e Informes*; la Sociedad Mexicana de Minería (1883) con *El Propagador Industrial* y *El Minero Mexicano* y la Sociedad Geológica Mexicana (1904) con su *Boletín*. Cabe señalar las publicaciones emanadas del Ministerio de Fomento vertidas en el *Boletín, Memorias, Informes* y trabajos individuales.

³⁸ Cf. Garay, *Reconocimiento*, 1844, 40 p., con un plano geológico de la parte austral del Istmo de Tehuantepec año de 1843 y plano de la parte austral del Istmo de Tehuantepec desde la Costa del Océano Pacífico hasta la llanura de Coatzacoalcos levantado por disposición de Dn. José de Garay, empresario de la comunicación oceánica, por la comisión científica nombrada al efecto, 1843 con una proyección vertical sobre un plano perpendicular del meridiano. Dicho documento corresponde al “Informe general del ingeniero D. Cayetano Moro, relativo al reconocimiento del istmo de Tehuantepec, verificado bajo su dirección en los años 1842 y 1843”, pp. 1-40. Asimismo el “Informe” de C. Moro dedicó unas páginas a la “Geolojia del Istmo de Tehuantepec” y una “Descripción Geolojica”, pp. 18-21, escrita por el capitán José González y Robles, mientras que la colección de rocas y materiales de construcción colectados por los comisionados fue clasificada por Andrés del Río.

³⁹ Cf. García de León, “Búsqueda”, 1993, p. 57; Fernández Leal, *Informe*, 1879, p. 26; Moro, Cayetano, “Reconocimiento”, 1844, pp. 321- 357. Cf. Galeana, *Tratado*, 2006, 515 p. Fue el gobierno mexicano quien pagó los sueldos de los comisionados, mientras que Garay se limitó a darles una compensación por haber ido a Tehuantepec. Por su parte, José María Tornel, ministro de Guerra intervino para que se publicara el reconocimiento. Por otro lado, uno de los comisionados, Pedro Garay indicó que como parte de la comisión se formaron colecciones geológicas y de antigüedades zapotecas, mismas que pasaron al Colegio de Minería y al Museo Nacional, respectivamente. Agradezco particularmente los datos y explicaciones que generosamente Ana Lilia Sabás me compartió.

apreciador de la importancia del conocimiento de las rocas y de sus condiciones de yacimiento”, estudió los ópalos, sus brechas y otros productos, metales preciosos y la historia de las explotaciones, agregó multitud de datos mineralógicos y petrográficos a los aportados por Humboldt y Gerolt, y mantuvo un sólido intercambio epistolar con Antonio del Castillo.⁴⁰

Para 1844, *El Ateneo Mexicano* publicó una Memoria sobre el proyecto interoceánico en el Istmo de Tehuantepec, que incluía una descripción geológica de la zona realizada por Andrés Manuel del Río y Manuel Robles, así como el “primer mapa geológico a colores que se publicó en México”, titulado Plano Geológico de una Parte Austral del Istmo de Tehuantepec (1843).⁴¹ Numerosos extranjeros contribuyeron al conocimiento de los recursos naturales y mineros, así como a la representación gráfica de la geología, entre ellos se cita a H.G. Galeotti, el baron Friedrich Wilhelm von Egloffstein,⁴² Friedrich von Gerolt,⁴³ Charles de Bergues, Auguste Dollfus, Eugène de Montserrat, Paul Pavie,⁴⁴ Guillemín Tarayre, Cha. Bonner, Henry W. Poole y Federico Weidner;⁴⁵ de éstos destacaron de manera particular los trabajos elaborados por los miembros de la *Commission Scientifique du Mexique* que dejaron “una obra de la mejor calidad”⁴⁶ y su impronta en la práctica geológica, como se verá páginas adelante.

Un sitio que fue ampliamente estudiado fue el Fresnillo y sus alrededores, en Zacatecas; diversas descripciones fueron realizadas por viajeros científicos y especialistas extranjeros, entre ellos Friedrich Sonneschmidt, Saint Clair Duport, Charles Berges, así como los mexicanos Antonio del Castillo, Joaquín y Miguel Velázquez de León y Pascual Arenas, entre otros.⁴⁷ La descripción más antigua fue la del mineralogista turingio Sonneschmidt en la que consideró al terreno de la época de transición. Por su parte en la obra *De la producción de metales preciosos en México, considerada en sus relaciones con la geología, la metalurgia y la economía política*, publicada en París por Saint Clair Duport en 1843, se encuentra una ligera

⁴⁰ Maldonado Koerdell, “Naturalistas”, 1952, pp. 102-103. Cf. Leonhard, G., *et al.*, *Neus*, 1870, pp. 651, 880- 885, relativas a Antonio del Castillo, “Fossile Säugethier-Reste aus der Quartär-Formation des Hochthals von Mexico” y a la carta de Burkart a Leonhard titulada “Mittheilungen an Professor G. Leonhard”, del 19 de septiembre de 1870, en la que cita las observaciones y datos que le proveyó el ingeniero mexicano al ingeniero alemán.

⁴¹ Cserna, “Evolución”, 1990, p. 7; Trabulse, *Historia*, 1994, p. 241.

⁴² Egloffstein, *Contributions*, 1864, 40 p. La publicación insertó dos planos y dos mapas, uno geológico con perfiles, que mostraba información general de las rocas con la indicación de los depósitos minerales en México, publicado por dos eminentes mineralogistas, Frederick von Gerolt y Charles de Bergues, producto de sus viajes por México y otro mapa topográfico compilado por Charles de Bergues. Igualmente incluyó algunas vistas del Valle de México de la autoría del célebre viajero y pintor alemán Johann Moritz Rugendas (1802-1858). Cf. Rowan, *Baron*, 2012.

⁴³ Gerolt, *et al.*, *Carta geognóstica*, 1828. El baron de Gerolt fue encargado de los negocios de Prusia en la Ciudad de México desde 1840 hasta 1845, y después embajador del rey de Prusia en Washington durante el periodo de 1846 a 1871. Fue muy amigo de Alexander von Humboldt y fomentó correspondencia con muchos naturalistas e historiadores de América. Cf. Hiersemann, *Bibliotheca*, 1913, 65 p.

⁴⁴ Marcou, *et al.*, “Mapoteca”, 1884, pp. 144-145.

⁴⁵ Cf. Weidner, *Statistical*, 1882.

⁴⁶ Maldonado Koerdell, “Commission”, 1964, pp. 239-247; Archivo Histórico de la Universidad Nacional Autónoma de México (AHUNAM en adelante), Instituto de Geología, caja 180, exp. 3198, f.3.

⁴⁷ Cf. Maldonado Koerdell, “Naturalistas”, 1952, pp. 98-109.

idea de la formación del cerro del Proaño, en la que dice que está compuesto de vacia gris y pizarra arcillosa. Esta obra significó una gran contribución sobre la geología minera de México y sus problemas prácticos, facturada por un experto minero francés que vivió en México desde 1826 y que revela que “ya se había avanzado bastante en la interpretación de los datos...logrando presentar un cuadro de la fisiografía y de la geología mexicanas”.⁴⁸

Charles Berges, ingeniero de minas alemán, quien por un tiempo dirigió el laboreo de Fresnillo y visitó la mayor parte de los minerales de Zacatecas legó una memoria inédita, según expresó Arenas, en la que describe los bajíos de Fresnillo, Peñón Blanco, Jerez y Aguascalientes, y las cercanías que los limitan.⁴⁹ Además de la descripción geológica, en la memoria se ocupó del sistema de vetas del cerro de Proaño. En suma, las obras de Humboldt, Burkart y Duport fueron “la base del conocimiento geológico que se tuvo en México” y el impulso para la realización de obras posteriores.⁵⁰

En 1843, en las páginas del *Museo Mexicano*, se publicó el que fuera el primer artículo de Antonio del Castillo en coautoría con Manuel Payno. En dicho estudio el ingeniero se ocupó de la parte geológica y del laboreo de minas; describió la formación de Proaño y Plateros y también el sistema de vetas. Al finalizar la cuarta década, en 1849 apareció publicada la descripción del ingeniero Miguel Velázquez de León en las páginas del *Boletín* de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística y en 1859 fue escrita la memoria sobre este distrito minero por Pascual Arenas, en la que subrayó el deseo:

[...] que se vea el progreso sucesivo que se ha ido adquiriendo en el conocimiento del importante criadero de Fresnillo y se conozcan cuales han sido las nuevas investigaciones hechas por los alumnos de la Escuela práctica de minas. Este trabajo a su vez recibirá mil reformas porque las ciencias de observación no descansan, y sobre todas la geología, sujeta a muchas opiniones y mudanzas diversas [...].⁵¹

La memoria de Arenas se dividió en tres partes. La primera se dedicó al conocimiento del aspecto físico del terreno y algunos datos acerca de sus circunstancias meteorológicas; la segunda, la descripción geológica de los criaderos del Fresnillo y de Plateros, y la tercera, sobre la composición mineralógica de las vetas del Fresnillo.⁵² Con estos estudios quedó evidenciado el concepto que se tenía de la geología, situándose en una actividad dirigida y organizada para el desarrollo nacional por medio del estudio del medio físico de la Tierra, los minerales y rocas, sus relaciones y el papel que desempeñaron en la constitución del globo.

⁴⁸ *Ibidem*, p. 107.

⁴⁹ Archivo Histórico del Instituto de Geología (AHIG en adelante), caja 303, f. 4., en proceso de catalogación.

⁵⁰ Maldonado Koerdell, “Naturalistas”, 1952, p. 109.

⁵¹ AHIG, caja 303, f. 6., en proceso de catalogación.

⁵² Cf. Arenas, “Descripción”, 1860, pp. 285-339.

Otra instancia institucional dirigida al reconocimiento de la riqueza mineral y a la certificación de los ingenieros fue la Junta de Fomento y Administrativa de Minería, creada en 1842.⁵³ Estuvo compuesta por tres individuos, un apoderado de los mineros, otro de los acreedores al fondo dotal y de un comisionado por el supremo gobierno, con un sueldo de 3, 000 pesos cada uno. Cabe añadir que el general Antonio del Castillo, padre del ingeniero Del Castillo, presidió por algunos años la Junta de Fomento y Administrativa de Minería, quien “prestó grandes servicios: organizó la recaudación del impuesto, amortizó mucha parte de la antigua deuda, reedificó el hermoso edificio de la Escuela de Minas que se hallaba en ruinas y, restableció en él la enseñanza, formando este establecimiento el verdadero plantel de las ciencias en México”.⁵⁴

Con la creación de la Junta de Fomento se buscó apoyar a la minería a través de un sistema para la distribución y adquisición de azogue semejante al colonial, así como la reestructuración del Colegio de Minería por medio de la formación de cuadros que solucionaran las demandas de las diversas compañías mineras, mediante el incremento en el presupuesto del Colegio y la reforma en su plan de estudios.⁵⁵ Las atribuciones que tuvo este cuerpo colegiado fueron:

- 1°. El modo con que deba adquirirse, repartirse y venderse el azogue a los beneficiadores de metales, determinando los casos y modo con que se ha de aviar, premiar, o de otra suerte estimular y proteger el laborío de Minas de aquel en la República.
- 2°. Todo lo concerniente a la amortización de la deuda de fondo dotal, según lo que en su respectivo título se ordena.
- 3°. El régimen y dirección de la propia Junta y finalmente, será de su atribución y objeto de su más eficaz solicitud, promover el fomento del ramo, de sus fondos y de su seminario.⁵⁶

El 24 de mayo de 1843, el presidente provisional de la República Antonio López de Santa Anna, expresaba que “constante en mis propósitos de fomentar cuanto puede contribuir al engrandecimiento y riqueza nacional, y considerando como uno de los medios más a propósito el de conceder premios y exenciones al importante ramo de Minas de azogue, tan necesario para el beneficio de los metales preciosos, primer ramo de la industria de la República, sin el cual los otros no pueden adelantar”.⁵⁷ En relación a lo anterior, por decreto del 5 de julio de 1843 se concedió a la Junta de Fomento y Administrativa de Minería el derecho de habilitar y fomentar el laborío de criaderos de azogue. Para el efecto se nombraría una comisión por cada departamento de la República, “para que explore y reconozca

⁵³ A la Junta de Fomento y Administrativa de Minería le antecedió la Junta Provisional de Minería, establecida conforme a la ley del 20 de mayo de 1826, que reemplazó al Real Tribunal de Minería creado en 1777. *Ordenanzas de Minería*, 1846, pp. 222, 229.

⁵⁴ Robles Pezuela, *Memoria*, 1866, pp. 28-29.

⁵⁵ Velasco Ávila, *et al.*, *Estado*, 1988, pp. 123 y 125.

⁵⁶ *Ordenanzas*, 1846, p. 232.

⁵⁷ *Ibidem*, p. 252.

todos los criaderos de cinabrio que allí hubiere”. Tal reconocimiento sería científico, quedando obligado a informar sobre:⁵⁸

[...] si en el respectivo Departamento hay o ha habido Minas de azogue que se trabajen actualmente o que antes se hayan trabajado. Cual es el estado que ellas tengan. Cuales serán más susceptibles de laborío. Qué obras necesitan para ponerse en corriente y el costo que se les regule. La ley que tengan, los frutos que se reconozcan. El costo de su extracción y beneficio.

Al poco tiempo se decretó una nueva disposición con fecha del 25 de septiembre de 1843, en la que se disponía que la Junta de Fomento nombraría comisiones que reconocieran escrupulosamente los criaderos de cinabrio, tarea que recayó en Del Castillo, quien incluso no se había recibido de ingeniero de minas. El reconocimiento se centró en los cinco departamentos principales de la República: en el de México, de Jalisco, de Guanajuato, de San Luis Potosí y de Zacatecas.⁵⁹ Finalmente, en 1845 la comisión de Del Castillo para el reconocimiento de los criaderos y las minas de azogue llegó a su fin y se publicó la obra *Resumen de los trabajos que sobre reconocimiento de criaderos y minas de azogue se practicaron el año de 1844*.

Este trabajo constituyó otro ámbito en el que se desplegó la práctica geológica, pues el ingeniero describió la naturaleza de los criaderos y minas de azogue en la obra, pero además, recorrió porciones del territorio muy alejadas del centro, haciendo acopio de ejemplares de minerales, rocas y fósiles que durante toda su vida fueron objetos de estudio. Así, en 1871 se hizo una reimpresión de ésta obra, con notas y adiciones, misma que apareció en *La Naturaleza*, órgano de difusión de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, de la que fue socio fundador y su primer presidente, y que llevó por título *Memoria sobre las minas de azogue de América, conteniendo el resumen de los reconocimientos practicados en las de México, y la descripción de las de Alta California y Huancavelica*.⁶⁰

El trabajo tuvo como fin formar “las probabilidades de que México llegará a extraer de su propio suelo el mercurio necesario para su consumo”.⁶¹ La importancia del mercurio era tal que de él dependía el crecimiento o disminución de la producción anual de las minas de plata según su valor en el comercio, aunado a que estaba monopolizado desde 1835 por la casa de N. Rothschild en Londres. La monografía

⁵⁸ *Ibidem*, p. 260; *El Observador Judicial*, 1843, pp. 211-213.

⁵⁹ Departamento de México: criaderos de Chapitzaco, Huamuchil, Candelaria, Tecusco, minas de Pregones, criadero de Tepeyopulco y Cuaxistengo; Departamento de Jalisco: criaderos de Capula en el Mineral Martínez y Salsipuedes en la jurisdicción de Lagos; Departamento de Guanajuato: Hacienda del Rodeo y San Nicolás del Chapin, Cerro del Pinalillo, Mineral de Centeno, Cerro del Gigante, Montaña llamada del Toro, Mineral de San Juan la Chica, Cerro del Fraile, Palos colorados, Mina de Guadalupe en el mineral Targea y Mineral de San Pedro de los Pozos; Departamento de San Luis Potosí: criaderos del Durazno, del Pedernal, del Carro y del Real de minas de plata de Guadalcázar y del Departamento de Zacatecas: criaderos de Pinos, del Pedregoso en la mina de San Acasio, de los Huajes y minas del Tequezquite.

⁶⁰ Enciso de la Vega, “Instituto”, 1989, p. 28.

⁶¹ Castillo, *Memoria*, 1871, p. 39.

de Del Castillo iniciaba con una cita de Humboldt que refrendaba la importancia de esa actividad económica:

la prosperidad de la colonia, decía, depende esencialmente de la prosperidad de las minas. Estas no han, sin embargo, contenido los progresos de la agricultura y de la industria, tanto como pudiera creerse. Ciertamente es, que los capitales que se consagran para negociaciones de minas y los brazos que en ellas se ocupan, podían aplicarse a nuevos desmontes; pero también la existencia de una negociación nueva, vivifica todo el país que la rodea: se levantan a su rededor ciudades populosas y ricos sembrados, que subsisten aun después que el empobrecimiento de la mina ha hecho abandonar los trabajos y transportado a los mineros a otros distritos.⁶²

También Del Castillo conoció el *Ensayo geognóstico sobre la superposición de las rocas en ambos Hemisferios* que Humboldt publicó en 1823, trabajo que “abrió la brecha con una descripción de las rocas de México”, comparando las características y condiciones de yacimiento entre las americanas y las europeas. Además, el *Ensayo* presentó “por primera vez al público científico, un cuadro descriptivo, en el orden admitido entonces para la secuencia de los depósitos geológicos, de los materiales pétreos, de los fósiles y de sus rasgos posicionales”. De manera que, despertó un enorme interés por la mineralogía y petrología mexicanas, pues contenía las nuevas reflexiones del autor desarrolladas a lo largo de sus observaciones de campo y de gabinete e influidas por los nuevos conocimientos que las disciplinas científicas arrojaban.⁶³ Para Humboldt, “el objeto de la geognosia (que equivale a una combinación de las modernas geología y estratigrafía) era la definición en las rocas de su posición, su composición orictognósica y su asociación con diversos cuerpos orgánicos en ella contenidos”; igualmente, en esta obra previó claramente “como único medio” de interpretación para explicar las leyes generales de la geología histórica y de la tectónica, el estudio de las perturbaciones locales o regionales.⁶⁴

La importancia de la actividad minera y las ciencias que concurrían en ella, por ejemplo la mineralogía radicaba en que era “la ciencia más importante en la República, porque explota sus riquezas sin rival y sin ejemplo, porque [...] con los productos de la industria de todas las naciones, satisface nuestras necesidades y hasta los caprichos del lujo y de la moda, practicando la extracción y la preparación de los metales es, el alma del comercio, el vehículo de la civilización, el resorte principal de la política, la vida de las sociedades, y el sostén mas eficaz de los gobiernos”, según expresó el general José María Tornel y Mendivil en 1845 cuando ocupaba la dirección del Colegio de Minería.⁶⁵ Con estas afirmaciones se explicitaba la importancia de los conocimientos que la mineralogía prodigaba para el desarrollo económico de la sociedad.

⁶² *Ibidem*, p. 3.

⁶³ Maldonado Koerdell, “Naturalistas”, 1952, p. 99.

⁶⁴ *Ibidem*, p. 100.

⁶⁵ Díaz y de Ovando, *Anuarios*, 1994, pp. 66-67.

La organización de las comisiones de exploración organizadas por la Junta de Fomento cerraron un ciclo en 1852, cuando el gobierno sustituyó esta instancia por un Tribunal General, compuesto por el director del Colegio de Minería, un minero práctico y un integrante nombrado por el gobierno. Un año después, se creó el Ministerio de Fomento, Colonización e Industria y Comercio, dependencia con amplias atribuciones, entre ellas todo lo relativo a las industrias, entre éstas la minería, como se verá más adelante. Como complemento para la exploración del territorio, se dispuso en 1856 la formación de agrimensores (o topógrafos) en la Academia de San Carlos, en el Colegio de Minería y en el Colegio Militar, decreto que demostró la importancia de la exploración del territorio.⁶⁶

Igualmente los ingenieros científicos mexicanos integraron las comisiones especiales y expediciones científicas organizadas por las corporaciones y por el aparato gubernamental. Destacan así para el caso que nos atañe, los estudios de los temblores, sismos, fenómenos geológicos, levantamiento de cartas, perfiles para el trazo del ferrocarril y la estadística, como las que hicieron por conducto de Fomento, decenas de ingenieros. En estas empresas elaboraron informes y valiosas memorias que contienen aspectos históricos del lugar estudiado, consideraciones sobre el origen de la tierra, la cronología geológica, el cauce de sus ríos, manantiales, lagos, mantos acuíferos, la flora, la agricultura, el tipo de suelos, la constitución geológica, el tipo de rocas en relación a la explotación minera, las principales elevaciones, islas, pozos brotantes (ascendentes o artesianos), volcanes, temblores, actividad sísmica, grutas, cuevas y cavernas, la construcción de perfiles, cartas y planos geológico-mineros.

La ciencia geológica fue una actividad dirigida y organizada para el desarrollo nacional por medio del estudio del medio físico de la Tierra en todos sus aspectos, entre ellos los elementos y rocas constituyentes, sus relaciones y el papel que desempeñaron en la constitución del globo. De su estudio derivó las aplicaciones útiles a la sociedad, dado que su robustecimiento estuvo inspirado en la organización de empresas de cuño capitalista. Desde inicios de los cuarenta expresó el ingeniero de minas Miguel Velázquez de León que:

los alumnos de minería adquieren mas por extenso los principios de esta importante ciencia, en la cátedra especial que el nuevo reglamento estableció. Hay, sin embargo, una gran distancia de la adquisición de estos conocimientos a su aplicación, cuando sin otro guía que unos cuantos ejemplos tomados de los libros, se emprende el reconocimiento de una porción cualquiera del territorio; las dificultades se multiplican a cada paso, y no es sino por un examen detenido y reiterado del suelo, que se llega a comprender su naturaleza y la situación de los diversos miembros que lo componen.⁶⁷

⁶⁶ Dublán, *Legislación*, tomo VIII, 1877, p. 203. Decreto del 1º de julio de 1856 en el que se autoriza a las tres instituciones para expedir títulos de agrimensor.

⁶⁷ Velázquez de León, "Corte", 1861, p. 244.

Lo anterior muestra que la práctica científica de los ingenieros mineros-geólogos era de utilidad y que no estuvo circunscrita a la estructura geológica solamente, pues su formación intelectual les dotó de los conocimientos para hacer geología y estudios sobre las formaciones del suelo a la luz de la explotación minera. Por ello se les puede ubicar en *expertos*, en especialistas en determinado conocimiento científico y a su vez en una amplitud de disciplinas relacionadas entre sí como la geografía, mineralogía, paleontología, química, meteorología, sismología, historia natural, botánica, meteorítica, antropología, arqueología, ingeniería, y en los ámbitos de legislación y periodismo científico.

De manera contundente los gobiernos liberales intensificaron el conocimiento del territorio por medio de los ingenieros cultos. Con la ley de instrucción de 1861 se formuló un plan de trabajo en la Escuela de Minería orientado al conocimiento de los distritos de minas “bajo todas sus fases”, que se ejecutarían durante las prácticas de campo. Con ello se buscó determinar el enlace geográfico de los distritos y el estudio de los criaderos metalíferos para obtener una clasificación de los sistemas de vetas, “era un plan que entrañaba la solución de variadas cuestiones geológicas”. El programa se puso en práctica en Pachuca y para llevarlo a cabo, el ingeniero geógrafo José Salazar Ilarregui en calidad de director interino del establecimiento consideró que era preciso formar dos comisiones, una para Pachuca y otra para Guanajuato. No obstante, solamente se formó la primera, debido a que no se contó con la suma para sufragar los gastos.

En el plan de Pachuca, el ingeniero Antonio del Castillo trabajó mediante el estudio sobre el terreno y en el gabinete un gran número de datos existentes en la Escuela Práctica que consistieron en la formación de colecciones geognósticas y paleontológicas dispuestas y arregladas en el gabinete de geología. Además, se celebró un contrato entre el ingeniero y la Secretaría de Fomento para que concluyera las cartas y memorias geológicas que dieran a conocer la formación geológica de los distritos de minas y su riqueza minera, en su variedad de especies metálicas, sales, combustible mineral y demás materiales para la industria.⁶⁸ En 1863 se interrumpió la empresa y cerró la escuela por la guerra en contra de la intervención.

Durante el Segundo Imperio fueron continuadas las empresas de reconocimiento territorial y la reforma al ramo, en este sentido, se expidieron entre otros, los decretos del 8 de enero y del 6 de julio de 1865. El primero consideró la legítima representación de los mineros en la ubicación del fundo metálico, para evitar moratorias perjudiciales a la explotación de minas. El segundo decreto fue la reforma al artículo 22 título 6º de las Ordenanzas de Minería, debido al incremento en los denuncios de las minas de carbón y petróleo, por lo que en lo sucesivo se expresarían nominativamente las sustancias sujetas a

⁶⁸ Robles Pezuela, *Memoria*, 1866, p. 26.

registro o denuncia, haciendo desaparecer la denominación de “jugos de la tierra”. Además se establecieron los criterios de explotación relativos a criaderos de carbón mineral, dado que no existía regularidad en la explotación de los trabajos, ni un plan de estudio dirigido, lo que hacía necesario reformar el sistema administrativo.⁶⁹

La explotación minera contribuyó al desarrollo de las ciencias y de la educación en México, toda vez que fue una realidad la articulación de los recursos humanos y económicos invertidos por los establecimientos regulativos o de fomento productivo en la instrucción impartida dentro de los establecimientos educativos.

En síntesis, la época de 1821 a 1845, como indicó Maldonado Koerdell significó la edad de oro de los viajeros científicos en México; sería a partir de la segunda mitad del siglo cuando la investigación de la naturaleza tomó otros derroteros de mayor especialización. De modo que, hasta antes de 1867 las condiciones políticas, económicas y sociales impidieron impulsar de manera sostenida la enseñanza científica, vinculada a las políticas de reconocimiento territorial y de sus recursos, aunado a que las ciencias geológicas seguían supeditadas en parte a la enseñanza werneriana de Del Río, se carecía de una instancia fuerte y consolidada para definir los derroteros para la exploración de las riquezas, pues aunque el Ministerio de Fomento ya existía no estaban claras sus líneas de progreso material.

2. LA GEOLOGÍA EN LA ESCUELA NACIONAL DE INGENIEROS DE LA CIUDAD DE MÉXICO. ESTUDIOS Y APLICACIONES PRÁCTICAS, SEGUNDA MITAD DEL SIGLO XIX

En el mes de julio de 1867, el triunfo de la República Restaurada encabezada por el presidente Benito Juárez fue una realidad. Algunos de los cambios introducidos por el nuevo orden fueron los relativos a la educación, en este tenor, entró en vigor la ley de instrucción pública del 2 diciembre, con la que se inauguró la Escuela Nacional Preparatoria, bastión importante del positivismo, cuyo fundamento reposó en la experimentación y en las ciencias.⁷⁰ También esta ley determinó, que en lo sucesivo la clase de mineralogía, geología y paleontología de la Escuela Nacional de Ingenieros se enseñaría en un solo curso, que se tomaría en el cuarto año y al final de éste, se realizarían las prácticas de campo en un periodo de dos meses.⁷¹ La titularidad de la cátedra recayó en el ingeniero Antonio del Castillo, la cual desempeñaría hasta 1894, un año antes de su muerte.

⁶⁹ *Ibidem*, p. 24-25, 31.

⁷⁰ Cf. Díaz y de Ovando, *Escuela*, 2006.

⁷¹ Dublán, *Legislación*, tomo X, 1878, p. 195. Decreto 6182. 2 de diciembre de 1867. Ley orgánica de instrucción pública en el Distrito Federal.

En las prácticas de campo de la clase de geología, los alumnos guiados por el profesor determinaban las formaciones geológicas que se componían el territorio nacional; se enriquecían las colecciones geológicas, mineralógicas, paleontológicas y zoológicas, para adiestrar a los alumnos en la apreciación y conocimiento de los caracteres fósiles de los minerales, que no podían estudiarse sin los ejemplares a la vista; se buscaba vincular los intereses industriales y científicos, toda vez que podía aclarar la verdadera formación geológica de una región respecto de la que se tenía en informes oficiales como particulares; se recogían datos sobre el terreno que sirvieran para formar el primer bosquejo de “cortes geológicos” del territorio; asimismo, se estudiaban los fenómenos volcánicos de que México había sido teatro; se exploraban los terrenos fosilíferos devonianos, para el perfeccionamiento de la carta geológica nacional; se estudiaban los criaderos metalíferos y sustancias combustibles, así como los métodos de explotación, la maquinaria empleada y los procedimientos metalúrgicos. Además, los alumnos conocían de manera detallada los medios de extracción y transporte empleados en los diferentes sitios visitados en donde se explotaban las riquezas del subsuelo.⁷²

Con la publicación de la obra *A System of Mineralogy* (1837) de James Dwight Dana (1813-1895), las especies minerales fueron consideradas como probables mezclas. La ineludible necesidad del examen micrográfico como factor de clasificación formal quedó científicamente establecida por él, expresando que “para todo mineral analizado era preciso probar, por un atento examen microscópico y químico que se trata de una sustancia homogénea”.⁷³

Con estos elementos, en la Escuela de Ingenieros se formaron los ingenieros de minas-geólogos mexicanos, de los que “el país espera que llegarán a ser los más útiles empleados y directores de las empresas mineras, y que a la vez que formen su prosperidad, ellos asegurarán su porvenir, objeto directo a que aspira todo joven al entrar a la carrera profesional”.⁷⁴ De manera que, fue durante el último tercio del siglo XIX cuando aconteció la consolidación de su proceso institucional, aunque la carrera de ingeniera de minas fue creada desde 1843 y,⁷⁵ desde entonces se evidenció la práctica en los ejercicios de campo que se desarrollaban anualmente en el Colegio de Minería, después en la Escuela de Ingenieros y que era complementada en la Escuela Práctica de Minas. Varias de las contribuciones a la ciencia geológica respondieron a las empresas de reconocimiento científico organizadas por el Ministerio y la Secretaría de Fomento y por las sociedades científicas cultas.

⁷² Morelos, *Geología*, 2012, p. 196.

⁷³ Lisson, “Microlitología”, 1900, p. 247.

⁷⁴ Castillo, *Discurso*, 1868, p. 2.

⁷⁵ Dublán, *Legislación*, tomo IV, 1876, p. 621. Decreto no. 2693. Octubre 3 de 1843. Designando las carreras que se han de seguir en el Colegio de Minería, y los estudios preparatorios para cada una de ellas. Artículo 1. En el Colegio de Minería se seguirán las carreras de agrimensor, ensayador, apartador de oro y plata, beneficiador de metales, ingeniero de minas, geógrafo y naturalista.

De esa manera, las ciencias geológicas fueron desarrolladas por los estudios de la más variada índole, fin y nacionalidad, y fue reconocida por los servicios que hiciera a la minería, “la base de la prosperidad del país, elemento de su fuerza y de su poder [...] y cuyo estudio es en parte el campo de aplicación [de la mineralogía y la geología] de los anteriores ramos de la Historia Natural”, como lo expresó Del Castillo en 1868, en calidad de primer presidente de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, discurso en el que puntualizó que la geología:⁷⁶

[...] se ocupa de la historia física de la tierra, de la composición y estructura de las rocas que componen su costra y de los fósiles que en ella se encuentran, y cuyo estudio es en parte el campo de aplicación de los anteriores ramos de la Historia Natural, [debe] decirse que en México solo es conocida la de algunos distritos mineros y su alrededor, y que la vasta extensión del territorio está esperando que los iniciados en la ciencia descifren por las medallas de la creación sepultadas en sus capas, las épocas a que pertenezcan.⁷⁷

Del Castillo argumentaba que la determinación que se hiciera de los fósiles en México se completaría con la geología de Estados Unidos. Y que resultaba necesario preparar la carta geológica, de la cual se carecía; recuérdese su primer intento durante el segundo Imperio cuando propuso al ingeniero Luis Robles Pezuela, ministro de Fomento, la formación de la Carta Geológica de los distritos minerales del Real del Monte, Pachuca, El Chico, Capula, Santa Ana, Santa Rosa Tepenené; la de Guanajuato con los distritos que se comprenden en la carta del capitán Vesth; la de Zacatecas, que incluiría a esa ciudad y el distrito de Veta Grande, la de los distritos de Fresnillo y Plateros y la del Valle de México para enlazarla con la Serranía del Real del Monte.⁷⁸

La carta sería acompañada de una memoria explicativa de los detalles, con la descripción mineralógica de cada distrito; la que se completaría y clasificaría en el orden definitivo que resultara del conjunto de los trabajos, las colecciones recogidas y sería enviada al Colegio de Minería. El programa de trabajo estaba planeado en diez y ocho meses. Tal proyecto no se llevó a efecto, porque a Del Castillo le fueron encomendadas otras tareas, como los comentarios y reformas a las Ordenanzas de Minería.⁷⁹ Habrían de pasar casi veinte años para que el anhelo de Del Castillo se llevara a cabo. Ahora bien, para el levantamiento de la carta geológica, advertía el especialista, era necesaria la colecta de los materiales, el adiestramiento de los trabajadores que debieran ocuparse de ella y arreglar, preparar y clasificar las colecciones mineralógicas, geológicas y paleontológicas que establecimientos como la Escuela de Ingenieros y el Museo Nacional resguardaban.

⁷⁶ Castillo, “Discurso”, 1870, pp. 1-5.

⁷⁷ *Ibidem*, p. 5.

⁷⁸ Ramírez, *Datos*, 1982, pp. 450.

⁷⁹ *Ibidem*, pp. 450, 454-455.

La carta geológica, además de ser un “monumento a la ciencia nacional”, representaba un trabajo de utilidad pública, tanto por el desarrollo de la ciencia misma como por la necesidad de tener un conocimiento más acabado de la riqueza mineral; llevaba impreso un anhelo nacionalista, después de la dura experiencia vivida durante la Intervención, por ello “no sería conforme a nuestra noble aspiración que dejáramos a otras naciones el mérito de venir a recoger la gloria de la empresa”;⁸⁰ serían pues los hombres de ciencia mexicanos los autores de la obra nacional.

La naturaleza de los objetivos que se intentaron lograr a través de este sistema educativo en el interior de la Escuela de Ingenieros estuvo en relación con la política económica de las instituciones gubernamentales, de manera más precisa a través de la Secretaría de Fomento que patrocinó tanto a la Escuela como a otros espacios científicos en los que se desarrollaron los ingenieros. Desde la segunda mitad del siglo XIX la profesionalización de la geología tuvo fuerte presencia a través de la amplitud de las escuelas, una de ellas, la Escuela Práctica de Minas, en el nacimiento de sociedades científicas y de organismos, que como las comisiones científicas, eran patrocinadas por el erario federal.

Un elemento evidente fue la ocupación de los ingenieros de minas-geólogos en el mercado laboral, pues su número fue minoritario, aunado a que las compañías extranjeras instaladas en nuestro país requerían de los servicios de este profesional, las empresas muchas de las veces traían a sus propios técnicos.⁸¹ El catedrático de mineralogía, geología y paleontología de la Escuela Nacional de Ingenieros, Antonio del Castillo recomendaba la conclusión de los estudios y práctica de la juventud debido a que:

la variación de plan de estudios, por el poder usurpador [gobierno intervencionista], ha hecho que no hayan alternado la teoría de las ciencias de aplicación de su carrera con su práctica, que en nuestro antiguo plan de estudios, se había logrado hacer a la conclusión de cada curso; y el especial de labores de minas, se hacía en la escuela practica de minas establecida en Pachuca, simultáneamente con la práctica. Sin esta práctica no se forman mineros.⁸²

Lo anterior guardaba estrecha relación con la “ciencia de las minas”, que comprendía los ramos de mineralogía, la geología y con la industria e intereses mineros. Al comenzar la década de los setenta del siglo XIX, la mineralogía nacional se había enriquecido con el descubrimiento de varias especies minerales, la Xonotlacia, la Castillita y la Tapalpita, por citar algunas, por los hallazgos que se hicieron de los animales y plantas fósiles que poblaron el Valle de México. En este marco para 1871 Del Castillo insistía en el desconocimiento del territorio:

Falta pues conocer, gran parte de la vasta extensión de la república, cuya riqueza mineral, con excepción acaso de las minas de oro y plata, nos es aún desconocida; sin embargo de que

⁸⁰ Castillo, “Discurso”, 1870, p. 5.

⁸¹ Bazant, “Enseñanza”, 1984, pp. 254-297.

⁸² Del Castillo, *Discurso*, 1868, p. 2.

además de sus ricos depósitos de metales preciosos, existen, especialmente en los Departamentos del Norte, (Sinaloa, Sonora, Chihuahua, etc.) muestras de cinabrio puro, y azogue nativo, que verosímilmente provienen de criaderos ricos y abundantes. El interés, por tanto, que debe tenerse en esta clase de reconocimientos, se aumenta tanto más, cuanto más seguros indicios hay en nuestro suelo de la existencia de ricos y abundantes depósitos de mercurio.⁸³

La institución principal de este ambicioso proyecto educativo fue el Colegio de Minería-Escuela Nacional de Ingenieros (1867-1910), toda vez que fungió como matriz que influyó en los estudios de carácter teórico y práctico en las escuelas regionales, siempre proyectadas a seguir o importar el modelo de la capital centralista. Otro elemento aglutinador de la Ciudad de México y las regiones del país fueron las sociedades científicas e industriales, en donde se reunieron los naturalistas e ingenieros y las que contaron con sus órganos de difusión, garantizando la comunicación entre el centro, el interior del país y el mundo occidental. Quedó manifiesto el carácter utilitario de las ciencias geológicas, por sus aplicaciones industriales, primordialmente con la ciencia del minero, como el ingeniero Santiago Ramírez expresó:

la distribución de los metales preciosos, por ejemplo es una cuestión que ha ocupado mucho a los hombres de estudio, preocupando en la misma proporción a los hombres de empresa; y es evidente, que los datos conducentes a su resolución, han de brotar, como de su propia fuente, de los estudios geológicos. El carácter más distintivo de las ciencias de observación, podemos decir que lo constituye la necesidad de sostenerlas por medio de un estudio comparativo; y únicamente relacionando entre sí los hechos bien observados, se pueden llegar a consecuencias bien deducidas [y continuaba], México posee muchos y muy preciosos datos para contribuir a este trabajo, -La Carta Geológica de la Tierra-, limitándonos por ahora a consignar el hecho de que a este suelo, bajo más de un aspecto excepcional, solo le falta ser conocido, para ser debidamente estimado.⁸⁴

En relación a la necesidad de continuar la exploración y el inventario de los recursos, fueron diversas las voces que manifestaron la necesidad de crear comisiones, por ejemplo, el ingeniero Pedro López Monroy en 1878 advertía que de hacerse, “el fisco federal no tardaría en sentir [su] benéfica influencia”, aunado a que “las naciones más cultas invierten sumas considerables, y envían numerosas comisiones para la exploración de regiones conocidas y lejanas”.⁸⁵ En este tenor, se decretó la ley de instrucción pública del 15 de febrero de 1883, fijando en el artículo 1 las instrucciones para la enseñanza minera y agrícola, de manera que quedaron establecidas la Escuela Nacional de Ingenieros, con su anexa la escuela práctica de laboreo de minas y metalurgia, se crearon las cátedras de mineralogía y geología en la Escuela Nacional Preparatoria, bajo la dirección del ingeniero Mariano Bárcena, quien a su vez era

⁸³ Castillo, “Resumen”, 1844, se reimprimió con notas y adiciones de su autor, por acuerdo de la Sociedad de Historia Natural”, *La Naturaleza*, 1873, pp. 86-87.

⁸⁴ Ramírez, “Carta”, 1874, pp. 622-623.

⁸⁵ López Monroy, “Exploraciones”, 1878, pp. 49-51.

profesor de esas materias en la Escuela Nacional de Agricultura y quedó estipulado que las Escuelas de Ingeniería y Agricultura dependerían en los sucesivos de la Secretaría de Fomento.⁸⁶ La misma ley de 1883, en su artículo 39 enunció la obligación que tenía todo profesor de escribir un texto adecuado para las materias que enseñara.⁸⁷ En atención a ello, Bárcena elaboró el *Tratado de Geología*, publicado en 1884, obra en la que definió a la geología como la ciencia:

Que se ocupa de la Tierra en toda su extensión, investiga su origen y relación con los cuerpos celestes, su naturaleza, su historia, las diversas creaciones que la han poblado, etc., para cuyo fin se divide en cuatro secciones:

1ª. Geología litológica: comprende el estudio de los materiales que forman la corteza terrestre.

2ª. Geología fisiográfica: se ocupa del aspecto físico de la Tierra, de sus accidentes, de las aguas y de la atmósfera.

3ª. Geología histórica: estudia lo relativo a las diversas épocas de la historia de la Tierra y de las creaciones que la han poblado.

4ª. Geología dinámica: estudio de los agentes que han contribuido y contribuyen en la formación y alteración de las rocas.⁸⁸

Tales divisiones de la ciencia geológica evidencian la especialización alcanzada en sus contenidos. Al *Tratado* le antecedió un librito de 49 páginas escrito también por Bárcena, que llevó por título *Ayuda de memoria para el estudio de un curso de mineralogía aplicada a la industria y preparatorio a la determinación de las rocas, por el profesor de Geología en la Escuela Nacional Preparatoria y de Agricultura* (1883).

Durante el siglo XIX, la formación de individuos aptos para desempeñar el laboreo, beneficio y la explotación minera pervivió. Desde entonces, tanto el ingeniero de minas como los civiles, principalmente, se enfrentaron a la resolución de los problemas derivados de la explotación minera, como el desagüe de las minas, la variada dirección de las vetas, el método de beneficio, el levantamiento de planos y perfiles, identificación de los minerales, entre otros.

Estos profesionales desempeñaron labores docentes mediante la impartición de cursos de geología, mineralogía, paleontología, geografía física, química, metalurgia, explotación de minas y mecánica aplicada a las minas, es decir, de aquellas ciencias que guardaron relación con la geología y la minería nacional, en centros educativos y de investigación tales como la Escuela Nacional Preparatoria, la Escuela Nacional de Ingenieros, la Escuela Nacional de Agricultura, el Museo Nacional, lo mismo que en la Escuela de Altos Estudios, la Escuela de Ciencias Químicas y el Instituto Geológico.

⁸⁶ Mariano Bárcena dio a la imprenta en 1880 el artículo que llevó por título: “Aplicaciones de la Geología. Introducción al estudio de la Litología que se practica en la Escuela Nacional de Agricultura bajo la dirección del profesor”, 1880, pp. 16-18. Morelos, *Geología*, 2012, p. 202.

⁸⁷ Dublán, *Legislación*, tomo XVI, 1887, p. 457. Decreto 8744. 15 de febrero de 1883. Reforma de la ley de instrucción pública relativo a enseñanza agrícola y minera.

⁸⁸ Bárcena, *Tratado*, 1885, pp. 11.

La práctica científica geológica fue impulsada en aquellos organismos y establecimientos educativos sostenidos por la Secretaría de Fomento, entre ellas las numerosas comisiones de exploración, la Comisión Geológica Mexicana y el Instituto Geológico Nacional, pues particularmente los dos últimos emergieron directamente de la Escuela de Ingenieros y los actores más destacados en las ciencias geológicas fueron prácticamente los mismos en ambos espacios. Adicionalmente, la carrera de ingeniería de minas fue la única especialidad asociada a un instituto federal, el Instituto Geológico.⁸⁹

Los ingenieros formados en la Escuela Nacional de Ingenieros fueron una corporación de elite fuerte y “necesaria” para los distintos gobiernos. Se integraron como funcionarios públicos, docentes, promotores de reformas legislativas y económicas, aunado a que varios de sus egresados destacaron como hombres de ciencia, empresarios y políticos, pues lograron ocupar curules en el Congreso, empleos en las diferentes secretarías de Estado y algunas gubernaturas en los estados de la federación.⁹⁰

Entre 1881 y 1891 las carreras relacionadas con las ciencias de la tierra (ensayador, apartador, ingeniero de minas, ingeniero topógrafo, ingeniero geógrafo, etc.) se dispararon al triple. Esta tendencia está interconectada con la política de centralización instrumentada por el general Carlos Pacheco, cuando dependen de esta instancia la Escuelas Práctica de Minas, la Escuela Nacional y se decreta la fundación del Instituto Geológico, como centro de investigación. No obstante, a partir de 1900, estas carreras decayeron, de 58 titulados se bajó a 9, situación que se explica por la presencia de capitales extranjeros que contrataban a sus propios técnicos y por el impulso a otras especialidades, como la ingeniería civil, vinculada a la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas y a la transformación material del país.⁹¹

Tornando la vista a la formación en ingeniería minera, esta especialidad incluyó aspectos de la práctica científica y materias especializadas en la formación de los científicos de la Tierra, lo que configuró a un híbrido, en la aplicación y en la ciencia geológica. Lo anterior se tradujo en el fortalecimiento de la práctica científica a través de las exploraciones que debían realizarse al final del

⁸⁹ Un caso distinto fue el de los ingenieros civiles, pues aquellos que egresaron de la Escuela de Ingenieros y que lograron colocarse en la Secretaría de Obras Públicas continuaron realizando sus experimentaciones en los laboratorios de la Escuela.

⁹⁰ Tal fue el caso de los geólogos Antonio del Castillo, diputado en 1851 durante el gobierno de Mariano Arista; Mariano Bárcena, secretario de gobierno y gobernador de Jalisco en 1891; Juan de Dios Villarello, oficial mayor de la Secretaría de Fomento en 1911; Leopoldo Salazar Salinas, regidor suplente de la 11ª sección del Ayuntamiento de la Ciudad de México en 1899 durante el gobierno de Guillermo de Landa y Escandón, diputado en 1931 en la XXXIV Legislatura y desde 1932 fue jefe del servicio geológico del Departamento Central del Distrito Federal; José Guadalupe Aguilera, subsecretario de Fomento en el gobierno de Victoriano Huerta; Faustino Roel, subsecretario de Comunicaciones y Obras Públicas en el gobierno de Álvaro Obregón y diputado en 1931 y Manuel Santillán, en 1929 fue nombrado jefe de geólogos de minas y petróleo en la Secretaría de Industria y Comercio, asesor técnico de Lázaro Cárdenas en 1938 y gobernador de Tlaxcala en 1946.

⁹¹ Datos tomados del Cuadro de graduados de la Escuela Nacional de Ingenieros, basado en Tamayo *et al.*, “Profesantes”, 1942, pp. 46-62, aumentado con datos extraídos del Archivo Histórico del Palacio de Minería por Francisco Omar Escamilla (inédito). Cf. Bazant, “Enseñanza”, 1984.

curso, dirigidas a la consecución de objetivos muy precisos, dado que en reiteradas ocasiones fueron de la mano de la minería y del conocimiento de los recursos naturales.

La ingeniería de minas dio origen a los estudios de ciencias geológicas en México y fue el pilar fundacional del Instituto Geológico. Ello se reflejó en el currículo de estos profesionales, que incluyó materias netamente científicas como la geología, mineralogía, paleontología, química y aspectos de la litología, estratigrafía, petrología y sismología –que daría paso a la geofísica, por cierto– al igual que aquellas de corte pragmático en la formación de “hábiles mineros” que con conocimientos técnicos basados en la ciencia pudieran dirigir y mejorar la explotación de minas y la metalurgia.⁹² Estos profesantes, los ingenieros científicos, formaron parte de la plantilla de empleados del Instituto Geológico y regresaron a su alma mater en calidad de docentes. Este circuito es peculiar para el caso que nos atañe, pues a diferencia de otras especialidades de la ingeniería, los mineros-geólogos contaron con un instituto de investigación donde continuaron su especialización científica.

La consagración que lograron como “geólogos” hunde sus raíces en la práctica científica que realizaron y que los condujo a la adopción de un lenguaje convencional, una nomenclatura propia, la difusión de sus resultados y su relación con otros expertos extranjeros, a través de la adopción de las obras de la escuela francesa y norteamericana, de la participación en foros especializados como las exposiciones universales y los congresos geológicos.

En este marco, la creación del departamento de Tipografía y Fototipia de la Secretaría de Fomento en 1886, fue un espacio que animó la difusión de informes, monografías, folletos, mapas y cartas geográficas, topográficas, geológicas y geodésicas producidas en México. Los trabajos cartográficos, con la exactitud del siglo XIX, fueron meritorios por ser pioneros en su género en México; sirvieron como telón para la ejecución y perfeccionamiento de estudios elaborados a posteriori por ingenieros durante el siglo XX.⁹³

Sin lugar a dudas, el dinamismo intelectual sobre la riqueza mineral y natural del país que permitió el nacimiento de las primeras descripciones geológicas modernas de varias regiones, así como de el levantamiento de mapas relativos a esos tópicos del saber y que proporcionó las raíces más profundas de las ciencias de la tierra puede situarse en 1888, cuando el Congreso de la Unión autorizó el decreto para la creación del Instituto Geológico de México, aunque en su lugar funcionó una comisión especial que llevó por nombre Comisión Geológica Mexicana (CGM). Con su establecimiento se dimensionó la práctica científica, en vista de que con el levantamiento de los mapas geológico y minero que debían

⁹² Klein, “Artisanal”, 2012, pp. 303-306; cf. Klein, “Savant”, 2012.

⁹³ López Ramos, “Breve”, 1970, p. 100.

presentarse en París en 1889 se hizo necesaria la realización de análisis químicos de los minerales explotados que conllevó a la modernización del laboratorio de química y al enriquecimiento de los gabinetes-museos de geología, mineralogía, paleontología y petrología.⁹⁴

Igualmente como disciplina matriz, la geología, con el paso de los años y producto de los avances tanto de los contenidos disciplinarios-epistemológicos como prácticos se amplió. Así vemos que en la Escuela de Ingenieros se enseñaron geología histórica por José G. Aguilera, explotación de minas, explotación de petróleo, petrología y petróleo, biología y geología y se crearon las carreras de ingeniería petrolera e ingeniería geológica en 1927.

En síntesis, la consolidación de la institucionalización de las ciencias geológicas se verificó cuando la enseñanza, la certificación y la creación de instituciones conformaron un circuito orientado al conocimiento, explotación y promoción de los recursos naturales. Esta conjunción de elementos se verificó entre 1881 y 1891, cuando la Escuela de Ingenieros, las comisiones de exploración y los institutos de investigación dependieron de la Secretaría de Fomento bajo la guía del general Carlos Pacheco, actor que trazó los mecanismos para caminar por un mismo sendero: la transformación industrial de México.

3. LAS CIENCIAS GEOLÓGICAS EN EL INTERIOR DE LA REPÚBLICA (1867-1906)

El desarrollo científico de las ciencias naturales al interior del país se reflejó en la fundación de los Instituto de Ciencias y Literaturas, en las escuelas de educación superior, en la organización de sociedades, nuevas cátedras, modernas disciplinas y diversos espacios que las contemplaron dentro de su programa. Fue en el siglo XIX “cuando el positivismo tomó carta de naturalización” en México, “el

⁹⁴ *Breve noticia*, 1900, pp. 46-47. Para 1899, la Escuela Nacional de Ingenieros constaba de: “5,012 libros y 1,279 folletos en su Biblioteca, los cuales en su mayor parte comprendían los estudios relativos a la profesión del Ingeniero en general, siendo especialmente los libros modernos referentes a asuntos de Ingeniería Civil e Ingeniería de Minas en sus más importantes aplicaciones prácticas. Los gabinetes que existían eran: gabinete de topografía, gabinete de astronomía, gabinete de mecánica, gabinete de electricidad, gabinete de química analítica y docimasia, gabinete de conocimiento de materiales de construcción, gabinete de mineralogía, geología y paleontología, en donde existían varios ejemplares raros y notables, se encontraba una colección de estudio, clasificada según Dana y formada de 1,756 ejemplares; otra colección de Museo, clasificada por el mismo método, y formada de 464 ejemplares mineralógicos del país y 1,616 del extranjero; otra colección por regiones metalíferas del país, compuesta de 2,655 ejemplares; varias pequeñas colecciones del país y extranjeras, compuestas de 5,318 ejemplares; una colección de 98 trozos de vetas; una de 180 cristales naturales extranjeros y otra de cristales artificiales; colección de 124 láminas de minerales para estudios de microscopio. En este gabinete se encontraba además una colección de rocas para estudio, clasificada según el geólogo francés Albert Auguste Cochon de Lapparent y formada de 107 ejemplares del país y 286 extranjeros; otra colección de rocas del país y extranjeras con 3,389 ejemplares y una colección de 371 láminas de rocas para el estudio microscópico; una colección de fósiles, etc., extranjeros y del país, con 4,917 ejemplares; otra colección de estudio con 442 ejemplares; algunos modelos de yeso de fósiles y el Observatorio Meteorológico.”

método científico se universalizaba, y nuevas disciplinas como la biología y la geología emergían de una compleja genealogía”.⁹⁵ Asimismo, varias especialidades e ingenierías siguieron “derroteros propios en su devenir, con actores e instituciones que también dejaron su huella muy particular”,⁹⁶ y agregaría que, aquellos hombres de ciencia que mantuvieron lazos más sólidos y constantes con la política del centro descollaron con más luminosidad que aquellos que mantuvieron vínculos más endeble o nulos.

En los colegios civiles y los institutos científicos y literarios, la influencia educativa de la Escuela Nacional Preparatoria fue decisiva, éstos espacios constituyen “un eslabón que concatena las enseñanzas que se impartían en los colegios en el periodo colonial, con las escuelas de formación profesional que en el siglo XX darían lugar a las universidades públicas de los estados”. En estos establecimientos se concentró la educación media, la enseñanza superior y la instrucción profesional, dedicada a los estudios de jurisprudencia, medicina e ingeniería, aunque también se impulsaron otros aprendizajes de carácter científico-técnico, de artes y aplicación, durante el transcurso del siglo XIX.⁹⁷

De esa manera fueron fundados entre 1823 y 1835 Institutos de Ciencias y Literatura en el Estado de México, Zacatecas, Toluca, Chihuahua, Oaxaca y Jalisco.⁹⁸ Estos establecimientos a partir de 1867 fueron integrados al sistema educativo nacional bajo el control del Estado, mismo que buscaba ampliar en forma y en contenido la enseñanza básica. En esta época fueron fundadas las siguientes instituciones: en 1860 el Instituto Civil y Literario del Estado de Durango y en 1867, Ateneo Fuente, en Saltillo, Coahuila, Colegio Civil de Aguascalientes, Instituto Literario de Yucatán. En 1869 se fundaron el Instituto Científico de San Luis Potosí, el Instituto Científico y Literario del Estado de Hidalgo⁹⁹ y el Instituto Literario del Estado de Guerrero. Para 1870 fue creado el Colegio Civil del Estado de Nuevo León y el Instituto Veracruzano. Para 1871, el Instituto Civil del Estado de Querétaro, el Instituto Literario del Estado de Morelos en 1872, el Colegio Rosales, en Mazatlán en 1874,¹⁰⁰ el Colegio Civil de Querétaro en 1876, el Instituto Literario del Estado de Chiapas en 1877 y el Instituto Juárez de Tabasco en 1879.¹⁰¹

Tanto en los institutos arriba señalados como en las Escuelas de Ingenieros, en Jalisco y Guanajuato, se evidenció la importancia de los conocimientos de las ciencias naturales y del subsuelo. Producto de la descentralización de los saberes, como se mencionó líneas arriba, se fundó la Escuela

⁹⁵ Guevara Fefer, “Positivismo”, 2005, p. 232.

⁹⁶ Torre Federico de la, “Geómetras”, 2011, p. 105.

⁹⁷ Rodríguez Gómez, “Siglo”, 2008; cf. Ríos Zúñiga, “Institutos”.

⁹⁸ Cf. Torre, “Profesionalización”, 2002; Torre, “Quimera”, 2007, pp. 109-130; cf. Lempérière, “Formación”, 1994, pp. 57-94.

⁹⁹ Cf. Manzano, *Monografía*, 1978, 67 p. El 16 de enero de 1869 el presidente Benito Juárez erigió el estado de Hidalgo, y el 3 de marzo del mismo año, el gobernador Juan C. Doria, creó en Pachuca el Instituto Literario y Escuela de Artes y Oficios del Estado de Hidalgo. En 1872 este establecimiento pasó a ser el Instituto Científico y Literario del Estado.

¹⁰⁰ Cf. Rodríguez Benítez, “Formación”, 2007, pp. 131-169.

¹⁰¹ Rodríguez Gómez, “Siglo”, 2008; cf. Avelar, *et al.*, *Legislación*, 1969.

Práctica de Minas y Metalurgia en Fresnillo el 30 de julio de 1853; seguida de su reapertura en Guanajuato en 1859 a 1860 y su restablecimiento en Pachuca en 1883. Se trató de un establecimiento gestionado por importantes ingenieros de minas-geólogos entre ellos Pascual Arenas, José María César, Miguel Velázquez de León y Antonio del Castillo.¹⁰²

Para situar la práctica geológica verificada en otra regiones, tornemos la vista a Jalisco, cuna de hombres de ciencias destacados, tales como el ingeniero Mariano Bárcena, que si bien brilló en su estado natal también lo hizo a nivel mundial. A este personaje se le reconoce por su actividad en el sector público, toda vez que ocupó diversos cargos tales como el del primer director del Observatorio Meteorológico Central en 1877, fue varias ocasiones diputado y senador, secretario de gobierno y gobernador de Jalisco.¹⁰³

Además, Bárcena fue profesor de mineralogía y geología, cátedra que inauguró en 1883 en la Escuela Nacional Preparatoria; de geología e hidrología en la Escuela Nacional de Agricultura y de paleontología en el Museo Nacional, y activo miembro de las más importantes sociedades científicas que tuvieron como centro de operaciones la ciudad de México y de sociedades extranjeras. Fue un exitoso empresario, dueño de las haciendas de Santa Cruz de Bárcena y la de Tepuzhuacán, entre Jalisco y Nayarit, donde se fabricaba azúcar, piloncillo y alcohol.¹⁰⁴

Otro ingeniero de minas destacado en la práctica geológica fue Juan Ignacio Matute, quien cursó las carreras de ingeniero de minas y topógrafo en el Colegio de Minería de la Ciudad de México. Tanto este personaje como Mariano Bárcena, Juan Bautista Matute, Gabriel Castaños, Luciano Blanco Labaut, - quien se tituló de ensayador en el Colegio de Minería en 1853-, Manuel Gómez Ibarra, Ignacio Guevara y Miguel Sabás Gutiérrez, constituyeron la Sociedad de Ingenieros de Jalisco el 24 de febrero de 1869. Esta agrupación se interesó por “el estudio de todas las materias de la ingeniería” a través de la apertura de cátedras y “materias no enseñadas en la Escuela del Estado”, entre las que se encontraban aquéllas tendientes a formar ingenieros topógrafos e hidromensores.¹⁰⁵

Fue hasta 1876 con la reinstalación de la Sociedad de Ingenieros de Jalisco que se comenzaron a enseñar química por Nicolás Puga; astronomía, por Salvador Pérez; geología y mineralogía, por Juan Ignacio Matute; botánica, por Nicolás Tortolero; zoología, por Carlos F. de Landero; laboreo de Minas, por Luciano Blanco; arquitectura, por Juan Gómez Ibarra; puentes y calzadas, por Lucio I. Gutiérrez.¹⁰⁶ Como puede observarse, las nuevas cátedras estaban perfiladas a ampliar las especialidades de los

¹⁰² Morelos, *Geología*, 2012, pp. 66-68, 128; Ramírez, *Datos*, 1982, p. 366; Flores Clair, “Experimento”, 2001, pp. 7-31.

¹⁰³ Guevara Fefer, *Últimos*, 2002, pp. 139-190; Morelos, *Geología*, 2012, pp. 94-108.

¹⁰⁴ Ramírez, “Elogio”, 1901, pp. 59-83.

¹⁰⁵ Torre, “Geómetras”, 2011, pp. 124-125.

¹⁰⁶ *Idem*.

ingenieros en Jalisco, y de manera particular, quedaba confirmada la enseñanza adquirida en el Colegio de Minería-Escuela de Ingenieros de la ciudad de México, en la formación de esos actores de media vía, los ingenieros de minas-geólogos.

Otros esfuerzos por enriquecer el conocimiento geológico emanaron de las disposiciones de los gobiernos estatales, como el nombramiento en 1874 de la comisión geológica integrada por los ingenieros Juan N. Cuatáparo y Santiago Ramírez para elaborar la *Carta Geológica del Distrito de Zumpango de la Laguna*, que contaría con la descripción de las rocas eruptivas y de sedimento, mantos y capas de carbón de piedra, canteras, vetas minerales, así como la formación de una colección clasificada de todas las rocas, minerales y capas de terreno que se destinaría al Instituto Literario de Toluca. Era sabida la importancia de la geología que:

considerada bajo el punto de vista de su esencia es grande, considerada bajo el aspecto de sus aplicaciones prácticas, es mayor; pues encerrando en el seno del planeta que estudia, todos los tesoros, en su superficie todas las producciones y en su conjunto la materia prima de todas las industrias, viene a ser la fuente de todos los recursos y la clave de todas las empresas.¹⁰⁷

Ahora bien, a la comisión aludida, siguieron otras empresas de estudio formadas durante el siglo XIX por diversos agentes: viajeros en misiones de comercio, hombres de ciencia extranjeros y mexicanos pertenecientes a diversas asociaciones científicas o al aparato gubernamental a través de la Secretaría de Fomento. Esta secretaría impulsó vigorosamente, desde los años setenta, numerosas comisiones científicas con miras a explorar el territorio en cuanto a sus recursos naturales.

Otro espacio en el que se profesaron los conocimientos de las ciencias geológicas fue en Guanajuato, distrito minero de gran importancia desde la época colonial. En 1570 se fundó el Colegio de la Purísima Concepción, donde estudió el ilustrado José Ignacio Bartolache por cierto, pero a partir de 1827 se le conoció como Colegio de Guanajuato, en el que se estableció la enseñanza superior de las carreras de ingeniería de minas, ingenieros topógrafos, metalurgistas e hidromensores, médicos y cirujanos y farmacéuticos. Hasta antes de esa fecha sólo en la ciudad de México se enseñaban las ciencias naturales, entre ellas la botánica y la mineralogía. Por ello, solo las familias acaudaladas podían enviar a su hijos a continuar sus estudios al Colegio de Minería, como sucedió con personajes como los hermanos José, Benigno y Miguel Bustamante y Septién y Lucas Alamán.

Por decreto de la ley del 29 de agosto de 1827 se destinaron “las piezas que fuere menester para una biblioteca pública con un depósito de planos y mapas; con gabinete de física experimental, un

¹⁰⁷ Cuatáparo, *et al.*, *Memoria*, 1875, p. II.

laboratorio químico y una colección de minerales”.¹⁰⁸ Para el efecto, se pidió al Barón de Humboldt una colección de fósiles para el gabinete de mineralogía y los libros para formar la biblioteca. Para el establecimiento de la clase de mineralogía el gobernador Montes de Oca dispuso que “el valor de cada marco de plata se destinara para fundarla donde los alumnos pudieran aprender fácilmente a conocer las riquezas de su país”.¹⁰⁹

Para la enseñanza profesional para la carrera de ingenieros de minas, se fundaron las cátedras de matemáticas mixtas, física experimental, química, mineralogía y geología. Conforme a la ley del 10 de abril de 1833 se determinó que los exámenes profesionales de ingeniero de minas se verificaran en la diputación de minería, en presencia de tres peritos nombrados por ella. A lo largo del siglo XIX, los profesores del plantel fueron Alfredo Dugès, Severo Navia, Vicente Fernández, Juan N. Contreras, Ignacio Alcocer y Ponciano Aguilar, todos hábiles hombres de ciencia y algunos, expertos mineralogistas y químicos, vinculados con las instituciones y personajes radicados en la Ciudad de México.¹¹⁰

Para el 20 de febrero de 1861, siendo gobernador del Estado Manuel Doblado, se aumentaron a la carrera de minería, las cátedras de topografía y geodesia, geología y paleontología, mecánica racional e industrial, docimasia y la de idioma alemán, pero al poco tiempo fueron suprimidas por el gobernador interino Francisco de P. Rodríguez, “alegando la falta de recursos”. Para 1866, el subsecretario de Estado y del Despacho de Fomento el ingeniero José Salazar Ilarregui, dispuso en enero de este año la reapertura del Colegio arreglando su plan de estudios al que se sigue en la Escuela Imperial de Minas de México, aunque se suprimieron las clases de zoología y botánica y la de alemán, y las de sustitutos de clases y preparadores de física y de química.¹¹¹

Asimismo obtuvieron el título de ingeniería de minas, topógrafo y metalurgista personajes vinculados con el Instituto Geológico de México, entre ellos Ponciano Aguilar (1876), Andrés Villafaña (1899), José Dovalina (1904) y Rafael Orozco (1905).¹¹² Fue también en Guanajuato donde se reabrió en 1860 la Escuela Práctica de Minas bajo la protección del gobernador Manuel Doblado, quien impulsó la publicación de los *Anales de la minería mexicana ó sea Revista de Minas, Metalurgia mecánica y de las ciencias de aplicación a la minería* (1861), órgano de difusión de los profesores de la escuela, entre quienes se encontraban los ingenieros Pascual Arenas, José María César, Miguel Velázquez de León, Carlos Barrón,

¹⁰⁸ Lanuza, *Historia*, 1924, p. 76.

¹⁰⁹ *Idem*.

¹¹⁰ *Ibidem*, pp. 84, 124. Cf. Jáuregui, *Ponciano*, 2002; Jáuregui, *Científico*, 1999.

¹¹¹ “Colegio de la Purísima”, 1866, pp. 497-498. Los rectores que tuvo el Colegio entre 1828 y 1866 fueron: Br. Marcelino Mangas, licenciado Lorenzo Arellano, Br. José María García de León, M.R.P.D. José de Jesús Fuentes, licenciados Gerardo García Rojas, Mariano Lejarza, Manuel López, José María Lozano, José María Ginori, Manuel Leal, José María Lozano por segunda ocasión y Diego Velázquez de la Cadena.

¹¹² Lanuza, *Historia*, 1924, pp. 409-410. Las fechas entre paréntesis indican el año en que se titularon.

Diego Velázquez de la Cadena, Juan B. Andonaegui y Justino Ramírez. El objetivo de la publicación fue promover el desarrollo del ramo de la minería, a partir de las revisiones al estado que guardaba e indicando sus mejoras para legitimar la importancia de los conocimientos técnicos en esa rama productiva, además de que sería un canal abierto para los jóvenes ingenieros de minas para dar a conocer su instrucción adquirida en las aulas y en las haciendas mineras. La revista tuvo una duración de un año, y en sus números destacaron los estudios sobre la explotación de minas, metalurgia, mecánica y geología, entre otros.

En octubre de 1887 se fundó la Sociedad Guanajuatense de Ingenieros, y sus objetos según sus estatutos fueron:

promover la unión entre las personas que profesan cualquiera de los ramos de la Ingeniería, y entre los que de alguna manera están interesadas en el adelanto de las ciencias e industrias que tienen relación con ella, procurar principalmente el mejoramiento profesional de sus miembros, valiéndose de medios que como la publicación de un boletín.¹¹³

El *Boletín*, que fue su órgano de expresión del que se publicaron los tomos I al III correspondientes a los años de 1888 y 1893, en el cual figuraron los trabajos de los socios entre ellos sobre la fundación de una biblioteca especializada, el establecimiento de un laboratorio químico y de gabinetes de historia natural, para la práctica de las investigaciones de esa naturaleza, la formación de colecciones de modelos de máquinas, instrumentos científicos y aparatos industriales, en fin, “la reunión de datos que sirvan para la geología, la geografía y la estadística, etc.”¹¹⁴

Otra manifestación de la práctica geológica en el interior del país fueron los trabajos de difusión que la Sociedad Michoacana de Geografía y Estadística dio a la circulación en su órgano, el *Boletín* (1905-1911).¹¹⁵ Fue un canal de comunicación entre la comunidad científica que profesó las ciencias geológicas; destacan los trabajos de los ingenieros Pascual Ortiz Rubio, Ezequiel Ordóñez y Andrés Villafaña vinculados con instituciones capitalinas como la Escuela de Ingenieros y el Instituto Geológico. En esta revista se dio especial énfasis a los estudios sobre los volcanes, como el Jorullo,¹¹⁶ los geysers, la minería, así como a las reuniones de los ingenieros y los científicos de la Tierra, de manera particular sobre el X^o Congreso Geológico¹¹⁷ que estimuló los estudios de la disciplina y de áreas temáticas relacionadas.

¹¹³ “Nuestro programa”, 1889, pp. 1-2.

¹¹⁴ *Idem*.

¹¹⁵ Entre 1905 y 1911 sus directores fueron los licenciados Melchor Ocampo Manzo, Miguel Mesa, Salvador Cortés Rubio, Enrique Domenzain y Adolfo Cano. Secretario: profesor Ramón Calderón Armendariz. Administrador: profesor Francisco de P. Carrasco.

¹¹⁶ Ordóñez, “Jorullo”, 1908, pp. 158-160, 183-186, 200-203, 214-218. Villafaña, “Volcán”, 1908, pp. 146-152, 173-176, 186-190, 207-208, 239-240, 270-272, 286-288, 300-301, 312-317, 350-352, 376-380; este estudio fue publicado en *Parergones*.

¹¹⁷ “Excursión”, 1908, pp. 98-101.

Mientras que en la Ciudad de México, José Gpe. Aguilera, director del Instituto Geológico de México en 1904 impulsó la fundación de una sociedad dedicada exclusivamente a la geología y ciencias afines, que llevó por nombre Sociedad Geológica Mexicana y su órgano de difusión, *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*. Inició su publicación en 1905 y se suspendió en 1914 y de nueva cuenta en 1936 se retomó. Los miembros de la sociedad solían reunirse mensualmente en el Instituto Geológico de México para discutir trabajos presentados por los agremiados, organizar conferencias, excursiones a sitios diversos de la geografía nacional, pero particularmente a lugares cercanos al Valle de México, celebrar el día del geólogo cada 6 de enero o bien para concertar una velada científica. Esta asociación y el Instituto Geológico de México centralizaron la práctica geológica realizada en México en buena medida, pues fue la primera en su tipo en el país y mantuvo su marcha unida al servicio geológico permanente de la República.

Conclusiones

En este capítulo se demuestra que desde 1792 con la fundación del Real Seminario de Minería, el enlace entre educación minera y gobierno se desarrolló de manera paralela para realizar el reconocimiento de los recursos del territorio y a la vez verificar la práctica unida a los estudios científicos. Fue fundamental la existencia de un colegio especializado en un país minero, de allí que una institución educativa de raigambre colonial permaneciera a lo largo del siglo XIX, pese a sus reformas.

El desarrollo de las ciencias de la Tierra estuvo estrechamente ligado al Real Seminario de Minería. En este establecimiento se conjugaron y dieron cita aquellos actores que hacían de la práctica geológica su actividad, ésta era clara y ampliamente difundida, así lo confirman los trabajos, informes y cartografía realizada. Durante la primera mitad del siglo XIX, pese a la existencia de un colegio y de la Junta de Fomento a la Minería, los estudios geológicos se caracterizaron por ser empresas individuales pues no formaban parte del proyecto nacional. A partir de la segunda mitad del siglo, y de manera más contundente, desde 1867 fue una realidad la formalización de los cursos de geología y la modernización de los planes de estudio, influenciados por los programas y tradiciones científicas alemanas, españolas, francesas y estadounidenses, situación que generó una geología ecléctica y netamente aplicada.

El ingeniero Antonio del Castillo fue el artífice de las ciencias geológicas en México, pues formó a los más destacados especialistas en el área, quienes ocuparon diversos puestos en la administración estatal, federal, en la docencia y en la investigación. Desde la plataforma científica cabildeó y logró articular un proyecto académico de largo aliento, orientado al cultivo de estas disciplinas, pues fue catedrático del Colegio y Escuela de Ingenieros por 49 años, fundador y profesor de la Escuela Práctica

de Minas de Fresnillo, fundador y primer presidente de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, jefe de la Comisión Geológica y primer director del Instituto Geológico. A través del análisis de los derroteros de la práctica y actividad científica geológica queda manifiesta la relevancia de esta disciplina tanto para los hombres de ciencia como para la elite política, toda vez que como saber estratégico su valor radicó en la determinación exacta de vetas y materiales útiles que arrojaba dividendos a la economía nacional.

Fue en el Real Seminario de Minería después Colegio de Minería y Escuela Nacional de Ingenieros donde se sintetizó la formación científica y práctica de los ingenieros de minas que transitaron a geólogos mineros. En este establecimiento también se formaron los geógrafos y astrónomos destinados a prestar sus servicios al gobierno, para el trazo de límites, cartas generales, cartas de los estados, estudio de las costas y grandes exploraciones físico-geográficas del país, entre otras tareas. Igualmente, se instruyeron los cuadros de especialistas dedicados a la labor productiva que necesitaron de los rudimentos epistemológicos para explotar vetas a mayor profundidad y conocer la anatomía del suelo mexicano.

Sus aportes al conocimiento de los recursos minerales del país se materializaron por medio de la participación que tomaron en las comisiones de exploración organizadas por los espacios científicos, la Secretaría de Fomento o los particulares, los numerosos textos e informes, la labor cartográfica del territorio, primero a nivel local o de minas, después a nivel regional y, finalmente, en un gran proyecto de construir la Carta Geológica de la República Mexicana. Aunado a que una gran parte de estos ingenieros desempeñaron funciones burocráticas, situación que sirvió para legitimar su quehacer, mediante la organización o apoyo de empresas de reconocimiento desde el ámbito regionales o federal.

II. Las ciencias geológicas y los ingenieros científicos en la política de fomento a la minería: la valorización de los recursos naturales y el reconocimiento del territorio

La necesidad de resumir en una imagen la dimensión del tiempo junto a la del espacio está en el origen de la cartografía.

[...] Sólo con el progreso de las exploraciones lo inexplorado adquiere derecho de ciudadanía en el mapa. Antes, lo que no se veía no existía.

Italo Calvino, *El viandante en el mapa*, 1984.

La base más segura de la riqueza de una Nación estriba en el conocimiento cierto y preciso de su suelo y así es de verse la especial protección que los Gobiernos de todos los países cultos, dan al desarrollo y fomento de aquella Ciencia [Geología] que se ocupa de la investigación del estado y composición del suelo.

[...] Antes que nada nos enseña a arrancar de la tierra sus tesoros: hulla, minerales metálicos y no-metálicos, cales, cementos, arcillas, yeso, asbesto, grafito y al dar a conocer sus yacimientos contribuye eficazmente al desarrollo de la industria [...] Y si se miran los vastos horizontes que nos descubre la Ciencia Geológica y sus múltiples aplicaciones a la Minería, a la Industria, a las Artes, a la Agricultura y en general a la actividad humana, se podrá decir: que así como la Astronomía conduce al navegante a través, aun de los más desconocidos mares, la Geología conduce al hombre por sendero recto a través de todas las manifestaciones de la vida práctica.

Julio Baz y Dresch, “Informe sobre las aplicaciones de la Geología a la Agricultura”,
1909.

1. EL MINISTERIO Y LA SECRETARÍA DE FOMENTO, COLONIZACIÓN, INDUSTRIA Y COMERCIO Y LA EXPLORACIÓN DEL TERRITORIO Y SUS RECURSOS

Bajo los lineamientos de la Secretaría de Fomento, y especialmente durante la gestión del ilustrado general Carlos Pacheco entre 1881 y 1891, la transformación nacional en diversos ámbitos fue inminente. Por primera vez en la historia de México el ferrocarril permitió conectar a las regiones con el centro y con las fronteras, se abrieron puertos, se realizó obra pública, se restablecieron relaciones diplomáticas con Inglaterra, Francia, etc., se legisló el comercio, los bancos y la minería, por medio de códigos regulatorios de alcance federal. En esta administración se cristalizó la centralización del Estado Nacional a través de la formulación y aplicación de políticas públicas, científicas y educativas en aras de transformar industrialmente a la República.

En el lapso de esta década, la Secretaría de Fomento aglutinó a todas las instancias involucradas en las actividades productivas, entre ellas la minería; de esa manera, quedaron a su cargo la Escuela Nacional de Ingenieros, la sección 4ª de minería y agricultura de nueva creación, las comisiones de exploración que organizó para recorrer diversas regiones en búsqueda de recursos extractivos, las sociedades científicas e industriales que auspició o promovió y los espacios generadores de conocimientos científicos útiles y novedosos, entre ellos la Comisión Geológica Mexicana que dio paso al Instituto Geológico Nacional.

La importante reestructuración científica realizada en el sistema educativo de los ingenieros fue fundamental para el desarrollo de la nueva política económica, que en el corto o mediano plazo evidenció la aplicación de la ciencia, en la ubicación y explotación de combustibles fósiles, de pozos artesianos, perfiles para ferrocarriles, materiales de construcción, entre otros aspectos, que denotaron a la geología como un saber estratégico para el proyecto de modernización emprendido en México y, de manera simultánea, en la configuración de un fuerte Estado nacional proyectado a centralizar el control y promoción de los recursos naturales. En este periodo confluyeron las voluntades de los hombres de ciencia para realizar la aplicación de sus disciplinas en el vasto campo de la práctica con las disposiciones de la élite política dirigente que comprendió su utilidad y beneficio público.

En este capítulo se hace una reconstrucción de las esferas institucionales que impulsaron el estudio de las ciencias geológicas en el marco de una de las secretarías más importantes del porfiriato, la de Fomento, solo por debajo de Hacienda y Guerra. Con la creación de esta instancia gubernamental en 1853, se sentaron numerosos precedentes para la fundación de empresas de largo aliento, entre

ellas los ambiciosos institutos de investigación nacionales, el Médico y el Geológico, funcionando éste último como el servicio geológico permanente de la República.

A través de este análisis, se intenta explicar la vinculación que existió entre las instituciones educativas en la formación de cuadros especializados: los ingenieros científicos y la participación de estos recursos humanos en las comisiones científicas, corporaciones y centros de investigación organizados o patrocinados por la Secretaría de Fomento entre 1881 y 1891. También se advierte que después de 1891, tras dejar el cargo el general Pacheco, los ingenieros se posicionaron como dirigentes de los despachos y secretarías de Estado, lo que significó para la corporación científica técnica el afianzamiento en las esferas de decisión política.

1.1 La fundación del Ministerio de Fomento y su transformación en la Secretaría de Fomento, Colonización, Industria y Comercio

El antecedente más temprano que existe sobre el Ministerio de Fomento data del 7 de octubre de 1823, cuando se creó la Sección de Fomento del Ministerio de Relaciones Interiores y Exteriores en la que se puso en marcha una nueva política económica que permitiría entre otras cosas, el permiso a los extranjeros para la habilitación de las minas. Posteriormente, en diciembre de 1842 se creó la Dirección General de Industria presidida por Lucas Alamán, quien dio a conocer en sus *Memorias* los ramos de la industria nacional. Para 1846 a la Dirección de Industria se le agregó la Colonización e Irrigación y un año más tarde, se le denominó Dirección General de Colonización, Industria y Comercio.¹

El poder político dividió sus funciones en cinco ministerios: Instrucción Pública, a cargo de los intereses intelectuales; Justicia, los de carácter moral y social; Gobernación y Relaciones Exteriores, los de orden político; a Hacienda los vinculados a la gestión financiera; los de la defensa nacional a Guerra y los de orden material a Fomento.²

¹ Entre sus fines estaba atender el problema del poblamiento en el país, propiciar el comercio y la industria, así como el levantamiento de los planos de la superficie territorial para su posterior colonización. Para tal efecto, se nombraron peritos para medir y evaluar los terrenos baldíos, el tipo de terreno, ubicar ojos de agua o mantos acuíferos, montes, depósitos salinos y minerales, clima y líneas de producción. Blanco *et al.*, "Ministerio", 2011, p. 77; Román *et al.*, "Ministerio", 2009, pp. 16-17; Dublán, *Legislación*, t. IV, 1876, p. 338. El 2 de diciembre de 1842 se estableció la Dirección de Industria Nacional; t. V, *op. cit.*, p. 217. El 27 de noviembre de 1846 se estableció la Dirección de Colonización.

² Fernández Leal, *Memoria*, 1897, p. III.

Erigido por las bases para la administración de la República fue creado por decreto oficial el 22 de abril de 1853 el Ministerio de Fomento, Colonización, Industria y Comercio por la última administración de Antonio López de Santa Anna, quedando a cargo del político, diplomático e ingeniero científico Joaquín Velázquez de León (1803-1882).³ Con su establecimiento se buscó inaugurar una nueva etapa en la vida económica del país, mediante una instancia especial para la promoción, fomento y ejecución de las actividades y obras encaminadas al progreso y desarrollo nacional. Los asuntos de los que se ocuparía el nuevo ministerio de acuerdo al precepto de ley núm. 3808 eran:

formación de la estadística general, de la industrial, agrícola, mercantil, siguiendo en cada año el movimiento que estos ramos tengan; la colonización; las medidas conducentes al fomento de todos los ramos industriales y mercantiles en todas líneas; la expedición de patentes y privilegios; las exposiciones públicas de productos de la industria agrícola, minera y fabril; los caminos, canales y todas las vías de comunicación de la República; el desagüe de México y todas las obras concernientes al mismo; todas las obras públicas de utilidad y ornato que se hagan con fondos públicos.⁴

Con la creación de esta dependencia, el gobierno se propuso la exploración del territorio, la revitalización de las actividades económicas, la reactivación de la práctica científica y educativa y la modernización del país. Así, a tres meses de su fundación, el ministro de Fomento Velázquez de León expidió el decreto por para que se estableciera la Escuela Práctica de Minas y Metalurgia en Fresnillo, Zacatecas, posteriormente una Escuela de Agricultura y una Escuela de Artes y Oficios.⁵

La primera administración del ministerio a cargo del sabio ingeniero se caracterizó por el notable impulso que le dio a los diversos ramos que tenía a su cargo, de entre ellos destacó la minería: expidió el decreto del 17 de enero de 1854 que favorecía la explotación de los terrenos metalíferos; la ley de 31 de mayo de 1854 para arreglar el ramo de Minería en los aspectos judicial, gubernativo y administrativo; la circular de 7 de noviembre sobre la continuación de las diputaciones territoriales; el decreto del 15 de noviembre para impulsar la exploración y explotación de las minas de carbón y de fierro; el de 23 de diciembre que se refiere al Tribunal de Minería; el de 12 de marzo de 1855 relativo a

³ Dublán, *Legislación*, t. VI, 1877, pp. 366-386, 405-406. Cf. Ramírez, “Joaquín”, 1882, pp. 595-600; Ramírez, *Biografía*, 1885, 108 p., 1 retrato. En esta última referencia se lee: “Por disposición del Ministro de Fomento General D. Carlos Pacheco, para honrar la memoria del primer Ministro del ramo y fundador de su Secretaría, dispuso que este trabajo fuera impreso en su Oficina Tipográfica”.

⁴ *Idem*, p. 366. El precepto fue dado en Palacio Nacional de México y fue firmado por Antonio López de Santa Anna, Lucas Alamán, Teodosio Lares, José María Tornel y Antonio Haro y Tamariz.

⁵ Dublán, *Legislación*, t. VI, 1877, pp. 621-624. Decreto del 30 de julio de 1853 sobre el establecimiento de la Escuela Práctica de Minas. Cf. Flores Clair, “Experimento”, 2001, pp. 7-31; Morelos, *Antonio*, 2013, pp. 128-131.

la recusación de las diputaciones; el de 28 de abril que permitió la exportación de minerales en los puntos en que su tratamiento metalúrgico era difícil; el de 25 de junio que declaró el dominio radical de los placeres de Arizona en Sonora; el de 30 de junio para impulsar la explotación de azufre, entre otros más en los que se demostró su empeño por desarrollar la riqueza mineral mexicana. Por estas acciones y los atributos que conjuntó en su persona “merece el epíteto de Benemérito de la Minería”.⁶

Pese a las estratégicas acciones emprendidas por esta instancia, desde la Revolución de Ayutla hasta los gobiernos de Benito Juárez y Sebastián Lerdo de Tejada el ministerio funcionó parcialmente, en parte por las difíciles condiciones políticas y económicas derivadas de las continuas guerras, levantamientos e invasión e intervención extranjera, que obstaculizaron la puesta en marcha y en ocasiones, la continuidad de los proyectos gubernamentales.⁷

En este marco, hasta antes de 1860 la minería vivió un periodo de decaimiento que buscaba paliarse a través del fomento al ramo productivo. Principalmente entre los obstáculos para su desarrollo se encontraban la falta de capital; carencia de población; alta carga fiscal sobre la actividad; poca o nula presencia de personas instruidas; ausencia de vías de comunicación, transporte y agua; elevado costo en el desagüe y la extracción de metales, escasez de combustible vegetal y mineral y la existencia de una rigurosa burocracia.⁸ De manera más concreta fue hasta el porfiriato cuando se articularon los mecanismos para robustecer el Estado nacional, sostenido por las políticas públicas instauradas.⁹

Es a través del estudio de la organización institucional dedicada a atender los asuntos de fomento minero a nivel federal que resulta posible analizar los proyectos y acciones que se diseñaron para lograr el desarrollo económico, que incluyó la preparación de técnicos y científicos que se ocuparían en las empresas de exploración y legislación, pues como se vio en párrafos precedentes, a lo largo del siglo XIX el reconocimiento territorial y sus recursos se había efectuado por viajeros, naturalistas, empresarios y hombres de ciencia extranjeros y mexicanos, pero sin formar parte de la política de fomento de cuño estatal. A través del Ministerio de Fomento “se pretendía crear un

⁶ Ramírez, *Biografía*, 1885, p. 82, 102. Dublán, *Legislación*, t. VI, 1877, pp. 214, 594; t. VII, 1877, pp. 206-211, 323, 370, 521-523; t. VIII, 1877, pp. 10, 37, 495, 618.

⁷ Como efecto de la guerra de tres años entre los meses de febrero a diciembre de 1861 se dictaron cuatro disposiciones que afectaban al Ministerio. El 23 de febrero se ratificó la existencia de seis secretarías. Dos meses después, el 6 de abril se redujeron a cuatro con la idea de economizar en los gastos de gobierno. No obstante, dos meses más tarde, el 12 de junio se restablecieron de nuevo las seis secretarías y para el 16 de diciembre, de nuevo se redujeron a cuatro. Dublán, *Legislación*, t. IX, 1878, pp. 88-90, 139, 235, 337.

⁸ *Informes*, 1886, p. 127.

⁹ Fernández Leal, *Memoria*, 1897, p. III; Blanco *et al.*, “Ministerio”, 2011, p. 77; Velasco Ávila *et al.*, *Estado*, 1988, p. 135.

sistema integral de instituciones que vinculara las funciones de instrucción y divulgación de los adelantos científicos y técnicos entre los productores con la investigación minera, conjuntamente con la formación y entrenamiento de un cuerpo de funcionarios especializados en el campo de los asuntos mineros”.¹⁰

La Secretaría de Fomento comenzó a desarrollar “una actividad más intensa y amplia”, a partir de 1877, debido a la pacificación experimentada en el país.¹¹ Esta atmósfera de paz permitió instrumentar los mecanismos para uniformar los procedimientos económicos y comerciales, que como el Código de Minería se patentizaría en 1884 y, echaría a andar a ésta dependencia gubernamental determinada a fijar los objetivos generales de la práctica científica estatal en relación con la parte educativa y productiva. Fueron una realidad las grandes concesiones otorgadas a compañías extranjeras, por ejemplo en los distritos mineros de Baja California, Chihuahua, Durango, Guanajuato, Jalisco, Estado de México, Morelos, Oaxaca, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Veracruz y Zacatecas.¹²

Es por esta razón y en virtud del sostenimiento en la organización de las comisiones exploratorias del territorio que puede hablarse de un “ministerio técnico” efectivo, con el arribo de Porfirio Díaz al poder. De manera más contundente, durante la administración de Manuel González se desplegó la maquinaria estatal en las acciones de las secretarías de Hacienda y Fomento orientadas al conocimiento y posterior promoción de los recursos del país.

El Ministerio y después la Secretaría de Fomento fue una vigorosa instancia política para asegurar la aplicación de los postulados liberales y positivistas de las ciencias mexicanas, pues tuvo como encargo incentivar a través de diversos medios las aplicaciones de la ciencia, que fijaron como hilo conductor la exploración o el conocimiento de los fecundos recursos, hasta entonces poco conocidos. Así, las nuevas instituciones científicas impulsadas por los hombres de ciencia y creadas con apoyo del Estado estuvieron bajo su dirección, pero sobre todo, aquellas que guardaban conexión con la política médico-sanitaria, la exploración territorial, el desarrollo económico y el despegue nacional, contenidas dentro de las esferas de competencia de la secretaría.¹³

¹⁰ Zuleta, “Secretaría”, 2000. p. 16; *cf.* Azuela, “Institucionalización”, 1996, pp. 73-84.

¹¹ Fernández Leal, *Memoria*, 1897, p. IV.

¹² *Informes*, 1886, pp. 115-158. Los estados y territorios señalados fueron los que enviaron sus respectivos informes sobre las causas en el decaimiento de la minería.

¹³ *Cf.* Cuevas, “Investigación”, 2011, pp. 81-102; García Murcia, “Perspectiva”, 2011, pp. 121-142.

1.2 Las esferas de competencia del Ministerio y Secretaría de Fomento (1853-1914)

El Ministerio y la Secretaría de Fomento desempeñaron múltiples funciones que el ingeniero Díaz Rugama clasificó en tres. Las funciones cooperativas para la marcha general del gobierno, relativas a la seguridad de la nación, a la legitimación de ella en el extranjero y la conservación de la paz interior a través de las **comisiones científicas diversas**, asuntos de terrenos nacionales, baldíos, colonización y educación científico-técnica. Las funciones propias o especiales, a través del impulso al progreso material y los medios para engrandecer la nación como tendido de ferrocarriles, caminos comunes, obras en los puertos, faros, desagüe del Valle, minería, agricultura, industria, patentes, marcas de fábricas, exposiciones, propiedad territorial, estadísticas, observatorios, **comisiones científicas e institutos**. Y, las funciones de carácter facultativo, a través del empeño por ser un “Ministerio técnico”, mediante el impulso de los observatorios nacionales, las comisiones de límites, de Sonora, la geográfico-exploradora, las direcciones, la cartografía e imprenta, que buscaron **favorecer “el cultivo de las ciencias en sus aplicaciones prácticas de mayor interés para México**, prestando así el servicio de divulgar la ciencia, de hacerla inmediatamente útil a las necesidades más urgentes y de contribuir a la educación”.¹⁴

En concordancia a sus funciones, dependió de la Secretaría de Fomento lo relativo a exposiciones nacionales (1854);¹⁵ empedrados, limpiezas de atarjeas, zanjas, construcción y conservación de acueductos y cañerías, puentes, calzadas, paseos, desagüe, alineamiento de calles y demás obras públicas (1855);¹⁶ Casas de Moneda y Ensayes (1863); las Exposiciones Universales (1877); la Dirección General de Estadística (1883); el Departamento de Pesas y Medidas (1887); la propaganda minera (1883); la imprenta (1884); los Subinspectores y guardabosques (1884); la propagación de piscicultura (1887); el Gran Registro de la Propiedad de la República (1894); la Oficina de Patentes y Marcas (1903) y el Museo Industrial (1908).

De esa manera las esferas de su competencia fueron las referentes a obras públicas, agricultura, correos, telégrafos y comercio. Además, administró lo alusivo a vías de comunicación terrestres, fluviales y marítimas; los puentes y calzadas; los faros, muelles y obras en los puertos; telégrafos;

¹⁴ Díaz Rugama, *Prontuario*, 1896, pp. V, XIII-XIV. Las negritas son nuestras.

¹⁵ Dublán, *Legislación*, t. VII, 1877, pp. 221-225.

¹⁶ *Ibidem*, pp. 396-397.

tierras baldías; la colonización; la minería; la industria; la estadística; exposiciones; privilegios, desagüe, obras de utilidad y ornato.¹⁷

Entre sus funciones destacó el fomento de todos los ramos industriales y mercantiles, el montaje de exposiciones públicas de productos industriales, la creación de una infraestructura necesaria para la realización de estas actividades y la organización de numerosas comisiones para el reconocimiento del territorio.

Por medio de la Ley de Secretarías de Estado del 13 de mayo de 1891, se estableció una nueva distribución de los ramos entre los Despachos de Estado, que fraccionó las funciones de Fomento, a cargo del ingeniero Manuel Fernández Leal (1831-1904)¹⁸, de 1891 hasta 1900. Esta ley creó la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas que tendría a su cargo los asuntos de los ferrocarriles, los telégrafos, las vías fluviales y marítimas, los puertos, los faros y el desagüe del Valle de México.

Por su parte, el ramo de correos pasaría a Gobernación, mientras que los capítulos de Comercio y Casas de Moneda serían jurisdicción de la Secretaría de Hacienda; la Escuelas de Ingenieros, de Agricultura y de Maquinistas quedaron bajo el resguardo de la Secretaría de Instrucción Pública. Permanecieron en Fomento los ramos de agricultura, terrenos baldíos, colonización, minería, propiedad mercantil e industrial, pesos y medidas, privilegios exclusivos, operaciones geográficas, meteorológicas y astronómicas, observatorios, cartografía, viajes y exploraciones científicas, exposiciones agrícolas, mineras, industriales y fabriles y la estadística general.¹⁹

A lo largo de su existencia, el Ministerio y la Secretaría de Fomento dieron a la prensa diez y nueve memorias. Conjuntamente contó con publicaciones periódicas tales como las *Memorias* presentadas por los secretarios, los *Anales del Ministerio de Fomento* (1854-1855), los *Anales del Ministerio de Fomento de la República Mexicana* (1877-1898),²⁰ los *Informes y documentos relativos a comercio interior y exterior, agricultura e industrias* (1885-1891), el *Boletín de Agricultura, Minería e Industrias* (1891-1901), el *Boletín de la Secretaría de Fomento* (1901-1908), el *Boletín del Petróleo* (1916-1933), el *Boletín Minero. Órgano del Departamento de Minas de la Dirección de Minas y Petróleo* (1916-1933), el *Boletín Oficial de la Secretaría de Fomento, Colonización e Industria de la República Mexicana* (1909-1911, 1916-1925) y el *Boletín quincenal de la*

¹⁷ Maza, "Reseña", 1877, pp. 380-379.

¹⁸ Cf. Aragón, "Biografía", 1910, pp. 219-236; Aragón, "Necrología", 1910, pp. 237-240.

¹⁹ Dublán, *Legislación*, t. XXI, 1898, pp. 79-81. Circular número 11, 162. Mayo 13 de 1891, que incluye el decreto del Congreso en que establece el modo como deben distribuirse los negocios entre las Secretarías de Estado.

²⁰ Mijares Palencia, *Gobierno*, 1936, pp. 122-136. Comenzó su publicación en agosto de 1854 y terminó en 1898, aunque se trató de una publicación irregular. Fue un periódico mensual de un costo de un peso. Entre sus fines buscó propagar el desarrollo de las ciencias y las artes.

Secretaría de Fomento (1906-1907).²¹ Los servicios a cargo de la Secretaría de Fomento fueron divididos en cinco secciones, una de archivo y dos direcciones, las que naturalmente tuvieron modificaciones a lo largo de su historia (véase apéndice).

A esta secretaría también le correspondieron los asuntos sobre el Gran Registro de la Propiedad; la Dirección General de Estadística y las operaciones del censo; los Observatorios Meteorológico Central, Astronómico de Tacubaya y Astronómico-Meteorológico de Mazatlán.²² Recayó igualmente en sus funciones la Sociedad de Geografía y Estadística, la decana de las corporaciones científicas de la República. Como lo expresó Rugama, “el Ministerio de Fomento ha auxiliado inteligentemente a nuestras últimas administraciones en su obra de hacer respetable al país en el extranjero, en la conservación de la paz interior, y que ha contribuido poderosamente al progreso de nuestra querida Patria”.²³

Asimismo, Fomento tuvo bajo su jurisdicción la Comisión para la formación de las Cartas Geológica y General de la República (1876), la Comisión Geológica Mexicana (1888) y los institutos científicos, el Geológico y el Médico Nacional (1888), “instituciones todas creadas con miras científicas; pero también con el objeto de procurar facilidades y de dar informaciones útiles á industriales y comerciantes”.²⁴

Durante el siglo XX, se le llamó Secretaría de Fomento, Colonización e Industria (9 de diciembre de 1913) teniendo a su cargo todas las fuentes vitales de la riqueza nacional; las tierras y las aguas; los yacimientos minerales y petrolíferos; la explotación de los bosques y el cultivo de los campos; el comercio y la industria, así como la estadística, lo que hizo que en 1914 contara con treinta y seis dependencias, que se denominaban secciones, oficinas, departamentos, direcciones, comisiones, institutos, observatorios y museos. Pero su número iba en aumento, como lo señaló el ingeniero Pastor Rouaix (1874-1950)²⁵ con la creación de la Comisión Técnica del Petróleo, fundada en Veracruz “como inicio de la política de Soberanía de la Nación sobre el subsuelo [...]”.²⁶ Fue por medio del decreto del 14 de abril de 1917 que se le denominó solamente Secretaría de Agricultura y Fomento, creándose simultáneamente la Secretaría de Industria y Comercio. A esta última el 31 de diciembre del mismo año se le designó Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo, a la que se

²¹ Melville Ker, *Mexican*, 1940, pp.120-126; Figueroa Doménech, *Guía*, 1899, p. 60.

²² Galindo y Villa, *Reseña*, 1901, pp. 18-19.

²³ Díaz Rugama, *Prontuario*, 1896, p. V.

²⁴ Fernández Leal, *Memoria*, 1897, p. V.

²⁵ Cf. Herrera, “Ingenieros”, 2010, pp. 146-167.

²⁶ Rouaix, “Dirección”, 1942, s/p; Román *et al.*, “Ministerio”, 2009, p. 21.

incorporaron todos aquellos asuntos relativos de la industria minera, petrolera y de otros energéticos, así como el Departamento de Estudios y Exploraciones Geológicas, al que quedó adscrito el Instituto Geológico de México. Además, esa nueva ley añadió a Fomento las funciones de dotación y restitución de tierras y fraccionamiento de latifundios. Para 1923 se convirtió en Departamento de Estadística Nacional y en 1934, con la aplicación de la reforma agraria se conoció nuevamente como Secretaría de Agricultura y Fomento.²⁷

1.3 Sinopsis de ministros, secretarios y oficiales mayores

El 12 de septiembre de 1853 se publicó en *El Universal* la instalación oficial del nuevo Ministerio de Fomento, Colonización, Industria y Comercio, según el decreto de ley del 22 de abril de 1853.²⁸ Se nombraron a los empleados “según su mérito”, quedando al frente el ingeniero Joaquín Velázquez de León como secretario de Estado, a Miguel Lerdo de Tejada como oficial mayor y a los empleados Mariano Ordaz, Néstor García, Francisco de la Maza, Agustín Sánchez de Tagle, José María Flores Verdad y Antonio García Cubas. El local que provisionalmente ocupó fue un espacio en la Cámara de Diputados dentro de Palacio Nacional, trasladándose en 1882 al edificio de Minería en el espacio destinado a la casa del director de la Escuela Nacional de Ingenieros, ubicada en el ala derecha en la esquina formada por las calles de San Andrés y Betlemitas y que fuera la casa.²⁹

Al siguiente año de su instalación, en agosto de 1854, comenzó la publicación mensual de los *Anales del Ministerio*, donde se difundiría lo relativo al desarrollo de los ramos de su competencia, además de las ciencias y las artes. Al término del gobierno de Santa Anna y el triunfo del Plan de Ayutla, el ministerio continuó a cargo de Miguel Lerdo de Tejada hasta el 13 de diciembre, tomando el cargo Manuel Siliceo bajo la presidencia de Ignacio Comonfort. Le sucedió en el cargo Manuel Orozco y Berra el 17 de septiembre de 1857, cuando fue ocupada la Ciudad de México por el Plan de

²⁷ Secretaría de la Presidencia, *Manual*, 1969, p. 264; Mijares Palencia, *Gobierno*, 1936, p. 133; Presidencia de la República, *Ley*, 1982, p. 15.

²⁸ “Bases”, 1853, p. 2; “Despacho”, 1853, pp. 307-308. De acuerdo a las Bases para la Administración de la República, hasta la promulgación de la Constitución el gobierno supremo decretó que para el despacho de los negocios habría cinco secretarios de estado: de relaciones exteriores, de relaciones interiores, justicia, negocios eclesiásticos e instrucción pública, de fomento, colonización, industria y comercio, de guerra y marina y de hacienda; Dublán, *Legislación*, t. VI, 1877, pp. 393-394. Decreto del gobierno. Planta del Ministerio de Fomento. 7 de mayo de 1853.

²⁹ Acervo Histórico del Palacio de Minería (en adelante AHPM), 1882, III, 217, doc. 19, f. 1; AHPM, 1882, III, 217, doc. 28, ff. 1-3. Actualmente comprende la esquina formada por las calles de Tacuba y Filomeno Mata del Centro Histórico de la Ciudad de México. cf. Morales *et al.*, “Intervenciones”, 2013.

Tacubaya e instalado el gobierno constitucional en Veracruz. De tal suerte que funcionaron dos entidades, una en el centro y otra en el Golfo. En Veracruz fungió como secretario Miguel Lerdo de Tejada en 1859, y en 1860 José de Empáran. Mientras que en la Ciudad de México fungió como secretario Juan Hierro Maldonado, quien al poco tiempo fue sustituido por José María Zaldívar.

Con el triunfo del gobierno federal fue ocupada la Ciudad de México y en enero de 1861 se nombró a Ignacio Ramírez ministro de Justicia, encargándosele el despacho de Fomento. Por la ley del Congreso del 12 de junio de 1861 fue restablecida la independencia de Fomento, quedando en el cargo Blas Balcárcel hasta el 16 de diciembre del mismo año en que fueron reducidas a cuatro las secretarías de Estado, quedando Fomento agregado a Justicia en 1863.

De nueva cuenta, en 1863 coexistieron dos entidades, una en el Paso del Norte y otra en la capital, que representaban al Imperio de Maximiliano y al gobierno de Benito Juárez, respectivamente. En la capital el ingeniero José Salazar Ilarregui ocupó la cartera hasta el 31 de julio de 1864, mientras que en el gobierno liberal el puesto lo ocupó Jesús Terán hasta julio de 1863, a este le siguió Ramón I. Alcaraz hasta septiembre, en que José María Iglesias fue ratificado como ministro de Justicia y Fomento, teniendo como sede Chihuahua, Nuevo León y Paso del Norte. Con el triunfo del gobierno de Juárez se restableció la Secretaría de Fomento a cargo de Blas Balcárcel del 20 de julio de 1867 hasta el 31 de agosto de 1876, en que se disolvió el gobierno por la victoria del Plan de Tuxtepec, que nombró a Vicente Riva Palacio secretario del ramo y a Ignacio Ramírez, oficial mayor.

Fue a partir de 1867 cuando se dieron las condiciones políticas y sociales adecuadas al establecimiento de instituciones de educación científica superior por medio de la promulgación de la Ley Orgánica de Instrucción Pública, preparada por Gabino Barreda y Francisco Díaz Covarrubias, bajo los preceptos de la filosofía positivista; se crearon varias instituciones, como la Escuela Nacional Preparatoria y se reorganizaron otras, entre ellas el Observatorio Astronómico Nacional y la Academia de Ciencias y Literatura.³⁰ Con la victoria de la revolución iniciada en Tuxtepec, Porfirio Díaz entró al desempeño del mando supremo de la República, asumiendo el Poder Ejecutivo de la Unión, donde expresó:

[...] en tan difíciles circunstancias necesito la cooperación de los hombres que, con su honradez, inteligencia y significación política, pueden concurrir ventajosamente a formar el gobierno provisional, que debe, no solo presidir a la reorganización constitucional del país, sino también a la unificación del gran partido nacional. El 28 de noviembre de 1876 nombró para el despacho de la Secretaría del Departamento de Fomento, al Gral. Vicente Riva Palacio,

³⁰ Trabulse, "Introducción", 1983, p. 172.

al Lic. Ignacio L. Vallarta para la Secretaría de Relaciones Exteriores; al general Pedro Ogazón para la Secretaría de Guerra y Marina, al Lic. Justo Benítez para la de Hacienda y Crédito Público, al Lic. Ignacio Ramírez para la de Justicia e Instrucción Pública y al Lic. Protasio Tagle para la de Gobernación.³¹

Con el general y poeta Riva Palacio colaboraron tres subsecretarios, Ignacio M. Altamirano, Gabriel Mancera y el ingeniero Manuel Fernández Leal; éste último fue subsecretario de Fomento de 1878 a 1892, en las gestiones de los generales Riva Palacio, Díaz y Pacheco, quedándose en varias ocasiones como encargado de ese Ministerio. Estos ministros apoyaron las actividades científicas, toda vez la importancia concedida a ellas; en relación a lo anterior, Riva Palacio indicaba que:

[...] los estudios físicos han adquirido en el mundo un desarrollo prodigioso durante los últimos años, sin duda porque las acciones del hombre dependen en nuestro siglo a buscar, ante todo, resultados prácticos. México no había tomado parte de ese movimiento [...] era pues preciso llenar ese vacío en lo que respecta a los estudios físicos; abrir nuevos horizontes a la juventud amante del saber; cooperar al desenvolvimiento de ciertas aptitudes y dar impulso a los esfuerzos particulares uniendo a ellos los esfuerzos del Gobierno.³²

A este respecto se fundaron los Observatorios Astronómico y Meteorológico para que se vulgarizaran todas las noticias científicas que el hombre rústico no debía desconocer, tales como “la termométrica en sus variados aspectos, las cuestiones barométricas, las psycrométricas, la evaporación, las corrientes atmosféricas superiores e inferiores, las lluvias, el grado ozonómico de la atmósfera; en los estudios agronómicos, como la afloración de las plantas, la aclimatación de plantas útiles y la introducción de vegetales extranjeros”; asuntos de reconocida influencia en la economía y en la industria por las numerosas aplicaciones prácticas.³³

A Riva Palacio le sucedió Porfirio Díaz el 1º de diciembre de 1880 hasta el 27 de junio del siguiente año, tras su renuncia para ocupar la gubernatura de Oaxaca. Quedó en el cargo el general Carlos Pacheco que ocuparía la cartera hasta el 23 de marzo de 1891,³⁴ fungiendo en este lapso el ingeniero Manuel Fernández Leal como subsecretario del ramo. Una vez que Pacheco renunció al cargo, fue desempeñado por Fernández Leal hasta 1900 en colaboración del ingeniero Gilberto

³¹ “Introducción”, *Anales del Ministerio*, 1877, pp. 5-6.

³² Riva Palacio, *Memoria*, 1877, p. 484.

³³ *Ibidem*, pp. 487-488.

³⁴ Carlos Pacheco fue incorporado como funcionario durante el primer gobierno de Porfirio Díaz, y, posteriormente, Manuel González lo nombró secretario de Fomento, la dependencia gubernamental con mayor presupuesto y encargada de la modernización del país. Cf. Villegas, “Compromiso”, 2008, p. 364. Para más datos véase Pavía, *Estados*, 1890, pp. 39-46.

Crespo y Martínez. Ambos se separaron de sus cargos para ejercer el puesto de director de la Casa de Moneda de México y el Consulado General de México en la isla de Cuba, respectivamente. En el empleo les sucedieron Leandro Fernández y Gilberto Montiel y Estrada hasta 1903, en que se les relevó para atender el cargo de secretario y subsecretario de Comunicaciones y Obras Públicas, respectivamente. Fueron reemplazados por Manuel González y Cosío y Andrés Aldasoro hasta 1905, tras ocupar la Secretaría de Guerra y Marina el primero y el segundo para realizar una comisión técnica en Sinaloa.

La cartera fue ocupada por Blas Escontría, quien falleció en servicio el 4 de enero de 1906, nombrándose interinamente a Guillermo Beltrán y Puga, en tanto regresaba Aldasoro de su comisión. Una vez que se incorporó Aldasoro le siguió Olegario Molina, quien declinó el 28 de marzo de 1911 tras el estallido de la revolución maderista y fue sustituido por Manuel Marroquín y Rivera. Con este último colaboró como subsecretario el ingeniero-geólogo Juan de D. Villarello, investigador del Instituto Geológico Nacional. Una vez instalado el gobierno revolucionario se nombró en el cargo al licenciado Manuel Calero hasta el 14 de julio de 1911 y el geólogo fue ratificado como oficial mayor. Le siguió en el empleo el licenciado Rafael L. Hernández y como subsecretario el licenciado Francisco Díaz Lombardo.

Otro de los ingenieros-geólogos que colaboraron en la cartera fue José G. Aguilera, quien en 1914 siendo director del Instituto Geológico fue invitado por Victoriano Huerta para ocupar el cargo de oficial mayor. A través del listado de la nómina es visible la participación de la elite científica que detentó puestos de poder en instituciones claves para el desarrollo económico, educativo y cultural de México (véase tabla 2.1).

TABLA 2.1
RELACIÓN DE MINISTROS Y OFICIALES MAYORES DEL MINISTERIO DE FOMENTO (1853-1867)

Ministros	Fecha de nombramiento	Fecha de separación	Oficiales mayores	Fecha de nombramiento	de	Fecha de separación
Joaquín Velázquez de León	26 de abril de 1853	13 de agosto de 1855	Miguel Lerdo de Tejada	27 de abril de 1853		20 de mayo de 1856
Miguel Lerdo de Tejada	15 de octubre de 1855	13 de diciembre de 1855				
Manuel Siliceo	13 de diciembre de 1855	17 de septiembre de 1857	Manuel Orozco y Berra	20 de mayo de 1856		24 de diciembre de 1857
Manuel Orozco y Berra	17 de septiembre de 1857	20 de octubre de 1857				
Bernardo Flores	20 de octubre de 1857	17 de diciembre de 1857				
José M. Zaldívar	10 de julio de 1858	3 de febrero de 1859				
Octaviano Muñoz Ledo	15 de febrero de 1859	18 de agosto de 1860				
Teófilo Marín	18 de agosto de 1860	25 de diciembre de 1860				
Ignacio Ramírez	20 de enero de 1861	11 de mayo de 1861	Manuel Orozco y Berra	25 de diciembre de 1860		3 de abril de 1861
Mariano Salas	25 de junio de 1863	28 de septiembre de 1864	José Salazar Ibarregui (en calidad de subsecretario)	27 de junio de 1863		21 de septiembre de 1864
José M. Ruiz	29 de septiembre de 1864	24 de octubre de 1864	Luis Robles Pezuela	22 de septiembre de 1864		24 de octubre de 1864
Luis Robles Pezuela	25 de octubre de 1864	3 de marzo de 1866	Manuel Orozco y Berra	19 de noviembre de 1864		29 de noviembre de 1865
Francisco Somera	3 de marzo de 1866	22 de julio de 1866	Francisco Jiménez	30 de noviembre de 1865		21 de julio de 1867
José Salazar Ibarregui	26 de julio de 1866	14 de septiembre de 1866				
Joaquín Mier y Terán	14 de septiembre de 1866	19 de marzo de 1867				
José M. Iribarren	19 de marzo de 1867	19 de julio de 1867				

TABLA 2.2
RELACIÓN DE SECRETARIOS Y OFICIALES MAYORES DE LA SECRETARIA DE ESTADO Y DEL DESPACHO DE FOMENTO
(1858-1915)

Secretarios	Fecha de nombramiento	de	Fecha de separación	Subsecretarios y Oficiales mayores	Fecha de nombramiento	de	Fecha de separación
Juan Hierro Maldonado	24 de enero de 1858		10 de julio de 1858	Pascual Almazán	16 de marzo de 1858		25 de diciembre de 1860
Melchor Ocampo	4 de junio de 1858		3 de febrero de 1859				
Pascual Almazán	3 de febrero de 1859		15 de febrero de 1859				
Miguel Lerdo de Tejada	Marzo de 1859		Septiembre de 1860				
Melchor Ocampo	1° de junio de 1859		13 de diciembre de 1859				
José de Emparán	Septiembre de 1860		17 de enero de 1861				
Joaquín Ruiz	18 de mayo de 1861		12 de junio de 1861				
Blas Balcárcel	13 de julio de 1861		16 de diciembre de 1861	Manuel Orozco y Berra	12 de junio de 1861		16 de diciembre de 1861
Jesús Terán	16 de diciembre de 1861		Julio de 1863				
Ramón Alcaráz	Agosto de 1863		12 de septiembre de 1863				
José María Iglesias	12 de septiembre de 1863		20 de julio de 1867				
Blas Balcárcel	20 de julio de 1867		31 de agosto de 1876				
Antonio Tagle	31 de agosto de 1876		20 de noviembre de 1876	Francisco Díaz Covarrubias	23 de julio de 1876		20 de noviembre de 1876
Vicente Riva Palacio	26 de noviembre de 1876		17 de marzo de 1879	Ignacio M. Altamirano	29 de noviembre de 1876		31 de mayo de 1877
				Gabriel Mancera	1° de junio de 1877		15 de septiembre de 1878
				Manuel Fernández Leal	5 de diciembre de 1878		
Manuel Fernández Leal	17 de marzo de 1879		1° de diciembre de 1880				
Porfirio Díaz	1° de diciembre de 1880		27 de junio de 1881	Manuel Fernández Leal	5 de diciembre de 1878		
Carlos Pacheco Villalobos	27 de junio de 1881		23 de marzo de 1891	Manuel Fernández Leal	5 de diciembre de 1878		13 de enero de 1892
Manuel Fernández Leal	marzo de 1891		7 de diciembre de 1900	Gilberto Crespo y Martínez	15 de febrero de 1892		29 de diciembre de 1900
Leandro Fernández	10 de diciembre de 1900		16 de enero de 1903	Gilberto Montiel Estrada	31 de diciembre de 1900		18 de junio de 1903
Manuel González Cosío	16 de enero de 1903		25 de marzo de 1905	Andrés Aldasoro	18 de junio de 1903		2 de diciembre de 1905

Blas Escontría	25 de marzo de 1905	4 de enero de 1906	Guillermo Beltrán y Puga ³⁵	3 de diciembre de 1905	5 de marzo de 1906
Guillermo Beltrán y Puga	4 de diciembre de 1905	5 de marzo de 1906	Andrés Aldasoro	21 de marzo de 1907	26 de mayo de 1909
Andrés Aldasoro	5 de marzo de 1906	21 de marzo de 1907			
Olegario Molina	21 de marzo de 1907	28 de marzo de 1911	Manuel Calero	26 de mayo de 1909	11 de agosto de 1909
Manuel Marroquín y Rivera	29 de marzo de 1911	27 de mayo de 1911	Andrés Aldasoro	11 de agosto de 1909	11 de abril de 1911
Manuel Calero	29 de mayo de 1911	4 de julio de 1911	Juan de D. Villarello	12 de abril de 1911	30 de mayo de 1911
Rafael L. Hernández	4 de julio de 1911	-----	Francisco Díaz Lombardo	1° de junio de 1911	
Querido Moheno	18 de febrero de 1913	15 de julio de 1914	José Gpe. Aguilera Rómulo Escobar Zemar	1913-1914 Noviembre de 1913 a julio de 1914	
			Agustín Aragón	Enero 1915	Junio de 1915

Fuente: elaboración propia con base en Maza, "Reseña", 1877, p. 386; Chabert, "Resumen", 1913, p. 340; Beller, *et al.*, *Positivismo*, 1985, p. 213; Ramírez, *Datos*, 1982, pp. 435-436, 446-447, 462, 482-484; González y González, *Ronda*, 1997; "International", 1909, p. 466.

³⁵ Guillermo Beltrán y Puga se desempeñó como secretario de Fomento tras la muerte de Blas Escontría, por la ausencia de Andrés Aldasoro en el desempeño de una comisión en Sinaloa.

1.4 El reconocimiento territorial y el estudio científico de los recursos naturales

El Ministerio y la Secretaría de Fomento impulsaron y pusieron en circulación numerosos y sustentados estudios de aplicación y fue así que sostuvieron el reconocimiento del territorio mexicano, a través de la evaluación de los recursos depositados en su suelo y subsuelo -en su vertiente agrícola, faunística y mineral-, con miras a incentivar la explotación racional. Desde el último cuarto del siglo XIX, en México se vivió un momento de auge en el desarrollo de la actividad científica: se formaron sociedades especializadas; las publicaciones se multiplicaron; aparecieron las primeras instituciones de investigación y los hombres de ciencia dejaron su status de amateurs para convertirse en profesionales.³⁶

Entre los cometidos de esta política se vio materializada la organización de comisiones, departamentos, oficinas, museos y organismos que arrojarían luces al crecimiento económico y al conocimiento de la superficie nacional. En este escenario, el interés de los hombres de ciencia mexicanos radicó en ofrecer explicaciones de los fenómenos físicos y participar en proyectos de escala internacional encaminados al estudio, la exploración y reconocimiento del territorio, interés que corrió paralelo a las empresas y corporaciones científicas y económicas de origen europeo y norteamericano y al propio Estado mexicano.³⁷

Como lo expresó Elías Trabulse, “antes de 1850, la ciencia mexicana vivió del vigoroso impulso de la ciencia ilustrada; después de ese año y hasta el año de 1912 –fecha del Primer Congreso Científico Mexicano– la ciencia moderna penetrará en México logrando espectaculares avances en varios campos del saber, como la Medicina, la Botánica o la Geología”,³⁸ tal promoción formó parte de las acciones oficiales de carácter sostenido para lograr el progreso nacional.

La minería ocupó un lugar prominente tanto en las exploraciones organizadas por la secretaría como en los esfuerzos por unificar la legislación del ramo. Para el efecto de lo enunciado primeramente, fue nombrado el ingeniero de minas Santiago Ramírez (1836-1922)³⁹ para desempeñar la comisión de reconocimiento de los criaderos de estaño, así como el estudio del Mineral de Guadalcázar en el estado de San Luis Potosí. Los resultados fueron sumamente satisfactorios, pues el informe del ingeniero hizo la

³⁶ Saldaña *et al.*, “Amateurs”, 1996, pp. 135-171; Azuela *et al.*, “Ciencia”, 1998, p. 79. Véase Villegas Revueltas, “Expansión”, 2005, pp. 41-92.

³⁷ Cf. Azuela *et al.*, “Representaciones”, 2011, pp. 163-177.

³⁸ Trabulse, “Introducción”, 1983, p. 173.

³⁹ Santiago Ramírez Palacios obtuvo los títulos de ensayador y apartador el 16 de julio de 1862 y el de ingeniero de minas y beneficiador de metales el 27 de mayo de 1864 en el Colegio de Minería. Cf. Morelos, *Geología*, 2012, pp. 72-94.

más directa aplicación de todas las ciencias que constituían para entonces la profesión del ingeniero de minas, y demostró la considerable riqueza del mineral.

Diversas comisiones científicas exploratorias organizó la Secretaría de Fomento, entre las que destacaron: Comisión Científica de Yucatán (1865); Comisión Científica del Valle de México (1865);⁴⁰ comisiones para deslindar terrenos baldíos (1868). Para la década de los setenta sobresalieron la Comisión Exploradora del Río Mexcala (1870);⁴¹ Comisión de terrenos baldíos en la Baja California (1874); Comisión Geográfico-Exploradora (1877)⁴² y la Comisión encargada de estudiar los límites entre México y Guatemala (1879).

En los años ochenta las comisiones exploratorias vivieron una efervescencia; se organizaron en Veracruz la Comisión Exploradora del Río Sotavento, Veracruz (1880) y el estudio físico-médico de los terrenos de Huatusco y El Tizar (1881) a cargo de Mariano Bárcena y Gustavo Ruiz Sandoval, director del Observatorio Meteorológico Central y director de la Escuela de Agricultura, respectivamente; Informe relativo al reconocimiento del Puerto de Altata (1881) por el ingeniero Fiacro Quijano;⁴³ Informe que rinde a la Secretaría de Fomento el ingeniero de minas Teodoro Laguerenne como resultado

⁴⁰ Almaraz, *Memoria*, 1866, pp. 1-3. El 18 de julio de 1865, Ramón Almaraz jefe de la comisión, acompañado de Antonio García Cubas y Guillermo Hay viajaron a Huachinango. Los trabajos que debía ejecutar la comisión eran: reconocer el camino de Tulancingo a Tuxpan, tocando Huachinango. Al llegar a ese punto debía ponerse de acuerdo con el subprefecto del distrito del mismo nombre, Juan B. Campo, a fin de examinar los terrenos baldíos, levantar un croquis de ese terreno, procurando el mayor número de noticias, con objeto de dar idea de su situación y superficie, hacer una descripción de la topografía y el clima, de las producciones y demás circunstancias de los terrenos, para saber si podrían dedicarse a la colonización y tomar fotografías de las ruinas de Metlatoyuca. Para llevar a efecto la comisión, Almaraz encargó la parte arqueológica y la toma de las vistas fotográficas a Hay, quedando a su disposición los paisajistas de la Academia de San Carlos, José María Velasco y Luis Coto; mientras que García Cubas se encargaría de levantar el plano de las ruinas y el jefe, de la parte geográfica del camino y terrenos baldíos.

⁴¹ Practicada por el ingeniero civil Roberto B. Gorsuch y por el ingeniero geógrafo Francisco Jiménez para la parte astronómica. Aunque desde el 26 de mayo de 1851 por decreto del Congreso general se mandó practicar un reconocimiento de los ríos Mescala, Chiapa, Santiago o Toluclán, Tecolutla y Moctezuma, con el fin de investigar la extensión de su curso y su navegación. Dublán, *Legislación*, t. VI, 1877, pp. 80-81.

⁴² Fue creada para levantar la *Carta General de la República* y realizar la exploración del territorio mediante el estudio de las riquezas de su fauna, su flora y su reino mineral. Dado que para fomentar la agricultura y la industria, atraer al capital, sugerir a los nacionales y extranjeros la exploración de las riquezas era necesario conocer cuáles eran éstas, su distribución, su abundancia y demás condiciones. Cf. García Martínez, "Comisión", 1975, pp. 485-555.

⁴³ Fiacro Quijano (1850-¿?), obtuvo los títulos de ensayador y apartador y de ingeniero topógrafo el 12 de agosto de 1872 en la Escuela Nacional de Ingenieros de la Ciudad de México. También cursó la carrera de ingeniero civil, por lo que el gobierno mexicano lo envió por un año y meses, junto con Mateo Plowes a practicar a los Estados Unidos, donde visitó los ferrocarriles del Eric, Reading and Philadelphia, Baltimore and Ohio y el ferrocarril subterráneo de Nueva York y regresó a México para presentar su examen el 15 de junio de 1875, "Fiacro", 1991, p. 86. Participó en la política de colonización en Baja California, toda vez que con fecha del 14 de diciembre de 1874 el gobierno mexicano expidió una ley especial para esa porción territorial con miras a incentivar su colonización. Producto de esta ley, se creó una comisión de ingenieros para levantar el plano de la nueva colonia de Tecate, formado por Fiacro Quijano. Cf. Pacheco *et al.*, *Controversia*, 1997, p. 282. En los primeros años de la década de los ochenta ocupó el cargo de director del Observatorio Meteorológico de Mazatlán y producto de esta actividad escribió *Apuntes sobre el clima de Mazatlán* (1884). Fue presidente municipal de Guaymas del 16 de septiembre de 1889 al 11 de junio de 1890. Se casó con Clotilde Sánchez, con quien procreó nueve hijos.

de su exploración a los criaderos metalíferos de la Sierra del estado de Guerrero (1882);⁴⁴ Comisión Exploradora de la Baja California dirigida por Joaquín M. Ramos (1884);⁴⁵ Comisión encargada de establecer monumentos en la línea divisoria entre México y Estados Unidos (1884); Comisión de deslinde, fraccionamiento y amojonamiento de terrenos (1885); Comisión de Ríos y Conservación de las obras hidráulicas del Valle de México (1886).

A tono con la política exploratoria de la Secretaría de Fomento, desde comienzos del decenio de 1880 la dependencia organizó empresas científicas en búsqueda de noticias de “la riqueza mineral latente del país”,⁴⁶ cuyo dominio pertenecía a la nación,⁴⁷ para la explotación con fines comerciales de los yacimientos de carbón de piedra, bitúmenes y el petróleo, pues la demanda del combustible fósil era imperiosa, aunado a que con su ubicación se buscaba paliar la destrucción de los bosques.⁴⁸

Una de las primeras iniciativas de corte más pragmático puestas en marcha por el secretario de Fomento, Carlos Pacheco fue la creación en 1882 de la 4ª sección del ministerio que comprendería los ramos de agricultura y minería y cuyo fin era impulsar el desarrollo de los recursos que dichas actividades abrigaban en su seno. El objetivo principal de la sección de minería fue “fomentar la exploración científica del territorio, en busca, sobre todo, de hierro y carbón, que son el nervio, junto con el ácido sulfúrico, de casi todas las industrias grandes” y reformar la legislación de los mineros.⁴⁹ Para el caso que nos ocupa, debe tenerse presente el ‘Cuestionario Minero’ que la recién creada 4ª sección hizo circular a lo largo de la geografía nacional con el objetivo de contar con:

el conocimiento del terreno en que el minero va a emprender sus trabajos; y los datos geognósticos que se piden en las cuestiones que abren su marcha; vienen después datos técnicos, económicos y administrativos referentes a la explotación de minas, comprendiendo todos sus detalles: tumbe, transportes, alumbrado, fortificación, extracción, desagüe, ventilación, distribución, duración y sistemas de trabajo, limpia de mineral, fletes, máquinas, gastos, costos y [...] todo lo que se relaciona con la explotación en sus diversas fases.⁵⁰

⁴⁴ Laguerenne, “Informe”, 1882, pp. 605-687.

⁴⁵ Cf. Ramos, *Informe*, 1886.

⁴⁶ Castillo, *Discurso*, 1868, p. 5.

⁴⁷ Dublán, *Legislación*, t. IX, 1878, p.655. Decreto del 22 de agosto de 1863.

⁴⁸ Dublán, *Legislación*, t. XXII, 1898, p. 244. Por medio de la circular 11,670 del 2 de julio de 1892, la Secretaría de Fomento legisló sobre el corte y la conservación de los bosques. Se adjuntó el folleto titulado *Selvicultura*, así como la circular de 15 de febrero de 1880. Mariano Bárcena presentó dicho folleto en el cual estudió la formación y explotación de los bosques. Se indicó que, “los conocimientos vertidos en el folleto eran de suma importancia y actualidad dado el incremento que en los últimos años había tomado la tala de los bosques y arbolados, debido en gran parte al desarrollo de la minería, de la industria y al establecimiento y explotación de los caminos de hierro, y en parte también al consumo económico de las poblaciones que absorben cada día más y más combustible y maderas de construcción, tiene que producir el agotamiento completo de nuestras selvas y arbolados, puesto que las maderas se toman ahora de los bosques de una manera inconsiderada y sin sujetarse a regla alguna”. Cf. Bárcena, *Selvicultura*, 1897, 46 p.

⁴⁹ Crespo y Martínez, *México*, 1903, p. 107.

⁵⁰ Ramírez, “Cuestionario”, 1882, pp. 349-351.

El cuestionario iba dirigido al ingeniero, al empresario, a las autoridades del ramo de minería y a todos aquellos actores involucrados con la actividad productiva. Mediante ese instrumento se buscaba por todos los medios disponibles impulsar la marcha del ramo minero, “organizarlo, darle forma, guiar sus pasos, imprimirle movimiento y vigilar su marcha para que no se desvíe de la dirección conveniente” a través del mejoramiento en sus métodos, facilidad en sus operaciones, economía en costos, regularización en su desarrollo, legislación y coordinación, a través del registro e integración de datos, hasta entonces dispersos, incluido lo relativo a las inversiones para confeccionar la estadística minera.⁵¹

Al respecto, el ingeniero Santiago Ramírez señalaba que “diversas tentativas se han hecho por las Sociedades Científicas y por los Gobiernos ilustrados, para organizar la Estadística Minera, que no han dado resultado alguno, y que han fracasado al ponerse en ejecución; y entre estas tentativas es digna de mencionarse la iniciada por la Secretaría de Fomento, en su circular de 16 de septiembre de 1882, a la que acompaña un ‘Cuestionario Minero’”.⁵² La desarticulación se debía en parte a que la información enviada a Fomento carecía de importancia, a pesar de “los muchos datos recogidos y de los muchos documentos consultados”.⁵³ Entre los datos más delicados estaban los de carácter económico y administrativo, de naturaleza variable, los que debían estudiarse a través de la historia.

Debido a la importancia del combustible para el desarrollo del “espíritu de empresa” y las industrias, la Secretaría de Fomento comisionó nuevamente en 1881 al especialista en esos asuntos, el ingeniero Santiago Ramírez⁵⁴ para que estudiara la existencia de criaderos de carbón de piedra en Coahuila, San Luis Potosí, Puebla, Tlaxcala, Morelos y Michoacán. Para el efecto, la sección 2ª de la secretaría le asignó instrucciones específicas a seguir en el desempeño de las expediciones científicas: estudiar la constitución geológica del terreno en que se encuentran los criaderos descubiertos, amplificada con una descripción orográfica de la localidad; realizar el estudio estratigráfico de la región

⁵¹ *Ibidem*, p. 350. Igualmente se contempló el trabajo en sus aplicaciones distintas; número de obreros, posición, salubridad, remuneración, entre otras; el comercio y todo lo relacionado con la estadística minera. También se hicieron cuestiones sobre la industria metalúrgica, entre ellas, sobre la preparación mecánica de los minerales, sistemas de beneficio, bases de la introducción, leyes costeables en cada tratamiento, pérdidas sufridas en el metal y en los ingredientes, costos, maquilas y duraciones, concentraciones y operaciones accesorias. *Cf. Informes*, 1886, 158 p.

⁵² Ramírez, *Noticia*, 1884, pp. XII-XIII.

⁵³ *Ibidem*, p. XIII.

⁵⁴ Ramírez, “Combustibles”, 1866, p. 377, señalaba que los productos minerales, entre ellos los combustibles tenían variados usos y numerosas aplicaciones y por ello ocupaban un lugar preferente en las economías nacionales, toda vez que “desarrollando el calor susceptible de aplicarse a todas las necesidades económicas, encierran en su propia sustancia el agente universal a cuya poderosa acción nada resiste, cuyos efectos se han utilizado en todos los usos, en todas las industrias, en todas las empresas”.

explorada, que debe ser la más extensa posible y efectuar el estudio paleontológico de los fósiles encontrados.⁵⁵

También haría la clasificación y determinación de los criaderos descubiertos y explotados; enunciaría las condiciones geognósticas de su yacimiento; la enumeración de las sustancias explotables que contiene; su proporción y distribución en los criaderos, y sus relaciones con las rocas en que éstos arman; valor real e importancia de dichos criaderos, su expectativa probable y condiciones de explotación; elementos con que se cuenta para ésta; medios de adquirir los que falten; ventajas e inconvenientes que se presentan para su desarrollo; tratamientos metalúrgicos más adecuados; medios de establecerlos; probabilidades de adquirir los ingredientes necesarios; ventajas e inconvenientes que presenta la exportación de los productos explotados y explotables, sean o no metálicos; medios de transporte; número de registros hechos; medios de organización en la adquisición del fondo y en la marcha general de los trabajos.⁵⁶

Además estudiaría todos los puntos que el comisionado estimara necesarios para el exacto conocimiento de la localidad, por ejemplo la historia del descubrimiento del distrito mineral, y conseguiría todas las observaciones convenientes al mayor aprovechamiento de sus riquezas. Se encargaría de la formación de un croquis e itinerarios de caminos con la indicación de los lugares más convenientes para el establecimiento de nuevas poblaciones.

Los resultados científico-técnicos producto de las instrucciones antes citadas dieron por resultado una serie de concienzudos informes, tales como: *Informe que como resultado de su exploración en la Sierra Mojada (Coahuila) rinde al Ministerio de Fomento* (1880);⁵⁷ *El dominio radical de los criaderos de carbón* (1881); *Breves reflexiones sugeridas por la lectura del pedimento fiscal en el amparo pedido por los opositores a los denuncios mineros de "La Victoria" en San Luis Potosí* (1881); *La formación de los depósitos carboníferos en el cerro del Tambor en el estado de Puebla* (1883); *Observaciones al nuevo código de Minería expedido por decreto de 22 de noviembre de 1884* (1885). El ingeniero concluyó para el caso de Puebla que "la presencia del carbón no puede considerarse sino como puramente accidental, y no como perteneciente a la época geológica de la región en que se encuentra".⁵⁸

También Ramírez presentó en 1882 *Estudios sobre el carbón mineral* que incluyeron: *Informe de exploración a los distritos de Matamoros de Izúcar y Acatlán en el estado de Puebla y del estudio de sus criaderos de carbón*

⁵⁵ Ramírez, "Informe", 1880, pp. 198-202.

⁵⁶ *Idem.*

⁵⁷ *Idem.*

⁵⁸ Ramírez, "Cuestionario", 1882, p. 350.

mineral (1881); *Los criaderos de carbón y la Suprema Corte de Justicia* (1882); *Informe sobre los criaderos de carbón mineral que se encuentran en el estado de Tlaxcala* (1881); *Estudio de unos ejemplares de carbón mineral procedentes del distrito de Tlaxiaco en el estado de Oaxaca* (1881); *Yacimientos de Tlaquiltenango en Morelos* (1881); *El poder calorífico de los combustibles minerales* (1881); *El dominio radical de los criaderos de carbón* (1881); *Observaciones a la consulta del Sr. Lic. D. Crispiniano del Castillo* (1881); *Yacimientos de Huetamo en Michoacán* (1882) y “La propiedad de las minas” (1883); algunas de estas publicaciones fueron reproducidas en *El Minero Mexicano*.

El conjunto de los estudios geológico-mineros antes citados los realizó Ramírez con el nombramiento de Comisionado Especial que le hiciera la Secretaría de Fomento para la exploración de distritos minerales de fierro y carbón principalmente. Las investigaciones fueron difundidas en la etapa que Ramírez ocupaba el cargo de redactor –junto con otros dos célebres hombres de ciencias, Mariano Bárcena y Miguel Pérez– en *El Minero Mexicano*, periódico “que [tuvo] entre sus obligaciones la de vigilar los intereses de la Minería”, y que según Ramírez, “no pude ni debí pasar inadvertida una idea que, si toma creces, herirá de muerte la explotación del combustible mineral, haciendo imposibles su adquisición y sus aplicaciones; y esta circunstancia me hizo consagrar algunas líneas a esta última cuestión, examinada bajo otro de sus aspectos”.⁵⁹ La idea a la que hacía referencia el ingeniero era la propuesta para que las medidas de aplicación práctica permitieran una más fácil realización en la explotación de los criaderos carboníferos del territorio.⁶⁰

La finalidad de los estudios con base científica era la búsqueda de la sustitución del combustible vegetal por el combustible mineral, a través de la determinación de la existencia en el territorio de criaderos de carbón mineral, pues desde el 15 de febrero de 1880, la secretaría había girado una circular a los gobernadores de los estados en la que se prohibía el corte inmoderado de leña y la búsqueda de yacimientos de combustible que la reemplazaran. Como lo expresó Ramírez:

[...] la grande escala en que actualmente se extienden las aplicaciones del vapor y el extraordinario desarrollo que de pocos años a esta parte ha recibido el ramo de los ferrocarriles, han dado como consecuencia inmediata la tala inmoderada de los montes, cuyos funestos resultados sostienen la alarma más justificada aún en los espíritus menos previsores.⁶¹

En el año de 1882 Ramírez continuó con la elaboración de varios trabajos referentes al tema, entre los que se citan: “Informe sobre la exploración hecha en el cantón de Jalapa”, con el objeto de examinar

⁵⁹ Ramírez, *Estudios*, 1882, p. 6.

⁶⁰ Otra de las exploraciones científicas que llevó a cabo Santiago Ramírez fue sobre el criadero de fierro, practicado en el Mineral de Cuitlanapa, municipalidad de Huitzucó en el estado de Guerrero. Cf. Ramírez, *Criadero*, 1880, 15 p.

⁶¹ Ramírez, *Estudios*, 1882, p. 7.

sus terrenos carboníferos; “Informe sobre la exploración hecha en los terrenos de Tultitc en la jurisdicción del Distrito de Alatraste pertenecientes al Estado de Puebla”, con el objeto de estudiar sus yacimientos de carbón; “Informe como resultado de su exploración en los minerales de La Campechana en el Edo. de Guanajuato y Comanja y El Roble en el de Jalisco”.

De 1883 dio a la imprenta: “Informe sobre los depósitos carboníferos del cerro de El Tambor en el distrito de Huachinango”. En cada expedición se colectaban ejemplares de rocas y carbón de piedra que tenían como repositorio final los gabinetes de la Secretaría de Fomento y la Escuela de Ingenieros (véase imagen 2.1 y 2.2).⁶² Otro estudio en el mismo tesón fue el “Informe sobre criaderos carboníferos de las Huastecas” de 1882 realizado por el comisionado especial, el ingeniero Miguel Bustamante.

Por estas fechas se organizaron también comisiones para estudiar las potencialidades de las minas de fierro en Coalcomán, Michoacán, que corrieron a cargo del ingeniero de origen michoacano Manuel Urquiza en 1881 y que dio por resultado un amplio informe que llevó por título *Exploración del Distrito de Coalcomán* que incluyó un catálogo de rocas, fósiles y minerales⁶³ y otra organizada a principios de 1883 al mando del malogrado ingeniero de minas Manuel de Anda, junto con el ingeniero topógrafo A.H. Gutiérrez y al ayudante Fortino Paredes, quienes en el desempeño de una comisión en el mismo año hacia la Baja California perdieron la vida, debido a la presencia de la fiebre amarilla en las costas del Pacífico.⁶⁴ No obstante, la comisión de Michoacán hizo entrega de un informe a la Secretaría de Fomento en la que concluyó que:

Coalcomán es una comarca muy despoblada, pues en su área de 12, 500 km. cuadrados, apenas hay 10,864 habitantes, o sea 0.87 habitantes por kilómetro cuadrado. Es muy montañosa, dando lugar a diferencia de clima notable en corta distancia, y con numerosos minerales, siendo notable la frecuencia y abundancia con que se encuentra el hierro, la plata y el cobre, en cantidades explotables.⁶⁵

⁶² Archivo Histórico del Palacio de Minería (AHPM en adelante), 1882, III, 217, doc. 56, ff. 110-112. Colección de rocas y carbón de piedra recogidas por el ingeniero Santiago Ramírez en sus exploraciones carboníferas depositadas en cuatro cajas.

⁶³ Urquiza, “Exploración”, 1882, pp. 195-261. AHPM, 1882, I, 215, doc. 35, ff. 1-2v; AHPM, 1882, I, 215, doc. 34, ff. 1-4v. Colecciones formadas en la exploración de los criaderos minerales del distrito de Coalcomán y enviadas a la Escuela de Ingenieros por Manuel Urquiza y “Catálogo de rocas del distrito de Coalcomán, estado de Michoacán”. 113 ejemplares de las capas superpuestas, principiando de abajo para arriba; un catálogo de fósiles (rudistas) con 67 ejemplares y 60 ejemplares de minerales.

⁶⁴ El desempeño de la comisión murieron tres de los cuatro integrantes de la comisión en el puerto de Mazatlán, Fortino Paredes, ayudante general, Luis de Anda, geólogo y Manuel de Anda, jefe de la comisión. Se salvó de la enfermedad Alberto Ruiz Sandoval, agrónomo de la comisión. En 1884 la comisión se reorganizó a cargo del ingeniero Joaquín M. Ramos. La Redacción, “Sres. Ingenieros”, 1883, pp. 337-339, La Redacción, “Manuel de Anda”, 1883, pp. 361-363, Blanco *et al.*, “Ministerio”, p. 77.

⁶⁵ AHPM, 1882, I, 215, doc. 34, ff. 1-4v. Anda, *Informe*, 1883, 95 p., 3 planos y 1 lámina. Cf. Sánchez Díaz, “Exploraciones”, 1991, pp. 43-71. Sánchez refiere que este informe fue reimpresso posteriormente en el *Boletín* de la Sociedad Michoacana de Geografía y Estadística, vol. I, Morelia, 1905 y en el *Anuario 2* de la Escuela de Historia de la Universidad Michoacana, 1977, pp. 165-234.



Imagen 2.1. Departamento de geología de la Escuela Nacional de Ingenieros.
Fuente: *Boletín Oficial*, 1910, pp. 12 y 14.

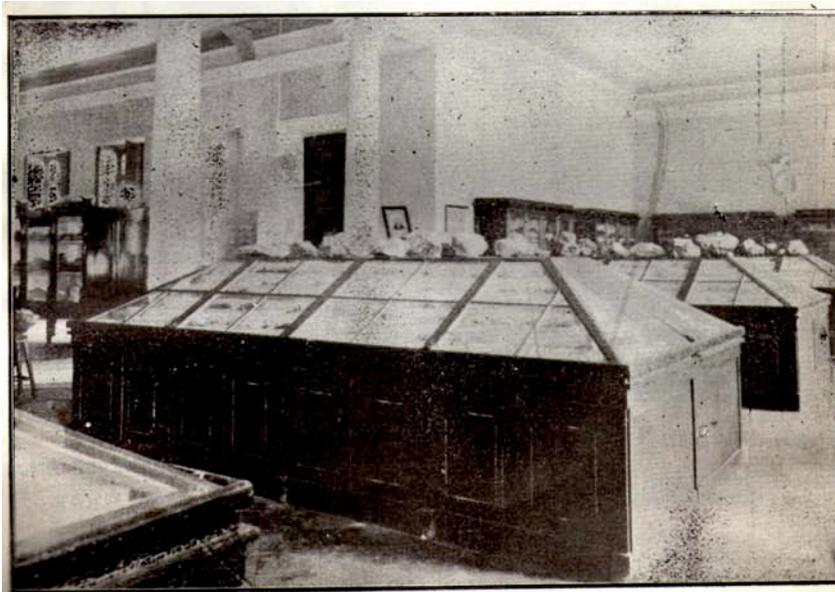


Imagen 2.2 Departamento de geología de la Escuela Nacional de Ingenieros.
Fuente: *Boletín Oficial*, 1910, pp. 12 y 14.

En virtud de los placeres minerales sepultados en suelo michoacano, se trae a cuenta lo que Eduardo Ruiz decía: “si la riqueza de un pueblo debiera valorizarse por sus productos minerales, Michoacán sería en el continente americano uno de los países más ricos”,⁶⁶ y con razón, pues para 1884 se conocían treinta y dos asientos de minas en los que se encontraba plata, cobre, fierro, plomo, carbón, azufre, cinabrio, caparrosa, alumbre y antimonio gris.⁶⁷

Otra de las comisiones que arrojaron luces sobre el conocimiento geológico fue la organizada en mayo de 1883 cuando a la Secretaría de Fomento le fueron presentados denuncios de placeres de oro cerca de Mulegé en la Baja California. Una vez que la dependencia corroboró los informes por las noticias que el gobierno de Sonora y el jefe político del Territorio le habían dado y que incluso, habían organizado el traslado de “la población en masa a las regiones auríferas y siendo de temerse depredaciones y desórdenes por la clase de gente que allí acudía”, el gobierno federal se vio obligado a enviar una comisión científica exploradora en el mes de agosto, compuesta por seis técnicos. El puesto de jefe lo ocupó el ingeniero Manuel de Anda, como geólogo fue nombrado el ingeniero Luis de Anda, los topógrafos Agustín H. Gutiérrez y Juan J. Matute, el ingeniero agrónomo Alberto Ruiz y el ayudante y practicante de minas, Fortino Paredes. No obstante, debido a la epidemia de vómito en la costa del Pacífico, fallecieron en Mazatlán el jefe, el geólogo y el ayudante, como se indicó en líneas arriba. Hasta noviembre del mismo año fue restablecida la comisión, quedando al mando el ingeniero Joaquín M. Ramos como jefe y el ingeniero Eduardo Martínez Baca que entregó un informe en el que se declaraba que:

Los depósitos auríferos de Calamahí son notables y de porvenir, cuando se pueda atender a remediar la gran escasez de agua prevalente en toda la región de la Baja California, proponiéndose como remedio la apertura de pozos artesianos y la construcción de presas.⁶⁸

Un lugar importante en cuanto a los recursos minerales y materiales de construcción fue el mineral de Zomelahuacan en el estado de Veracruz, pues en él había abundancia de cobre, plomo, hierro, plata y oro, además de las canteras de mármol calcite (ónix mexicano) que se encontraban a sus alrededores. Para el efecto, la Secretaría de Fomento nombró a Juan Fenochio⁶⁹-afiliado a la Sociedad Mexicana de

⁶⁶ Ruiz, “Riqueza”, 1872, p. 321.

⁶⁷ Ramírez, *Noticia*, 1884, p. 522.

⁶⁸ Pacheco, *Memoria*, 1887, p. 2.

⁶⁹ AHPM, 1882, III, 217, doc. 53, ff. 104-105v. Colección de 100 ejemplares de piedras minerales del estado de Oaxaca vendidas por Juan Fenochio a la Escuela de Ingenieros a un precio de 500 pesos. Al respecto expresó que: “cada uno de los ejemplares tiene un apunte de la mina a que pertenece y el análisis correspondiente de los metales que contiene. La colección es muy variada y tiene ejemplares muy curiosos y dignos de figurar entre las ricas colecciones del Colegio de Minería, donde

Minería- para que visitara el lugar y comunicara sus observaciones en 1883; en el informe que presentó el comisionado con fecha del 25 de junio del citado año opinaba que:

El poco desarrollo que hasta entonces ha tenido el mineral, se debe en gran parte a los métodos de beneficio poco adaptados a la clase de minerales que se extraen, pues en varios casos llega la pérdida del metal hasta 50 por 100. Son, por consiguiente, dignos de tomarse en consideración los medios adecuados para fomentar allí la industria minera, que con mejores métodos de beneficio es de expectativa (*sic*).⁷⁰

Diversos distritos mineros fueron objeto de estudio por parte de Fomento, como lo muestra la expedición de una circular con fecha del 18 de agosto de 1883 orientada a coleccionar noticias detalladas sobre las localidades donde se encontrara el asbesto o amianto,⁷¹ la facilidad de su transporte y precios, la cual fue girada al gobierno del estado de Oaxaca y a los expertos en el tema, los ingenieros Antonio del Castillo, Santiago Ramírez y Miguel Bustamante (hijo), quienes debían rendir informes del efecto. Esta participación de los ingenieros científicos en las empresas de la secretaría fue el punto de gestación del servicio geológico mexicano, que se materializó en 1891 como veremos en páginas sucesivas.⁷²

Otra comisión que se proyectó en octubre de 1883 fue la Comisión Científica Mexicana (en adelante CCM) bajo la dirección del célebre hombre de ciencias, Alfonso Herrera (1838-1901), para la creación de un Instituto Geológico y de una Comisión Científica Central que sería rectora de las exploraciones del territorio mexicano, existentes o futuras (véase tabla 2.3), bajo el punto de vista del

son poco conocidos los productos minerales del estado de Oaxaca”. Dicha colección fue examinada a solicitud del director de la Escuela, Antonio del Castillo, por Manuel Urquiza, catedrático de mineralogía, geología y paleontología, quien juzgó que: “la colección no tiene uniformidad en el tamaño de los ejemplares, uno son muy chicos y otros, aunque pocos, están grandes. No está clasificada científicamente ni aun con los nombres provinciales con que distingue las pintas metalíferas en cada Distrito. Mas bien que una colección mineralógica, es una de pintas auro-argentíferas. Como los ejemplares son del estado de Oaxaca, dará una idea aunque imperfecta y solo relativa a esos metales de la riqueza de las vetas de ese estado -y finalizaba, podrá valer cuando mucho cien pesos”.

⁷⁰ Pacheco, *Memoria*, 1887, p. 3.

⁷¹ *Boletín Mensual*, 1900, p. 317, refiere que “el amianto es un mineral que se encuentra generalmente en una roca serpentina, de la que se extrae haciendo saltar la roca y separando después a martillazos las vetas de amianto. En los últimos años su empleo era muy reducido, pero a causa de las grandes presiones en los motores de vapor ha sido preciso encontrar guarniciones más resistentes que la de cáñamo y gaucho. El amianto es uno de los mejores aisladores que pueden emplearse en los acumuladores y además, por ser incombustible, es la garantía más eficaz contra incendios. Se le encuentra en el Canadá, en el Cabo de Buena Esperanza, Italia, Siberia, Hungría y algunas partes de los Estados Unidos”. Sobre los yacimientos de asbesto de México véase: González Reyna, *Riqueza*, 1956, p. 381, señaló que: “entre los minerales no metálicos que son escasos en México, o que no es posible aprovechar debido a sus impurezas o a otras causas, se encuentra el asbesto, producto natural que aquí nunca ha sido objeto de explotación, por lo que se ha importado todo el que se emplea. De acuerdo con los datos disponibles, la anfíbola, variedad de asbesto, se ha encontrado en los estados de Coahuila, México, Michoacán, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí y Zacatecas, así como en la Baja California. En algunos de esos lugares se han llegado a descubrir vetillas de asbestos o amianto (crisotilo) de excelente calidad, de fibras sedosas pero muy cortas y, por tanto, inaprovechables”.

⁷² Turner, “Survey”, 1987, pp. 282-330. Turner afirma que los *geological surveys* fueron estructuras que se originaron de un único geólogo contratado por el gobierno estatal para desempeñar ciertas funciones y realizar determinados trabajos considerados de interés.

estudio de la historia natural, arqueología, etnografía, lingüística, geología y de todo lo relativo a la flora, fauna y enfermedades reinantes.⁷³

El argumento central de su organización descansaba en que era por todos conocidos que “las naciones más civilizadas del mundo, sostienen perfectamente atendidos, establecimientos que pueden llamarse científicos-industriales, de la misma naturaleza que los proyectados”. El modelo en que se esgrimían estas evidencias provenían de las instituciones de Estados Unidos, donde “las grandes comisiones dirigidas por el centro que forman las cartas geológicas de los territorios federales y de los Estados, estudiando a la vez la zoología y la botánica de las diversas localidades”, y cuya trascendencia para el progreso de las industrias y la sociedad era patente.⁷⁴

En este sentido, la CCM buscaba hacer el estudio más completo posible de los minerales, rocas en general, y muy principalmente de las utilizables en la industria, materiales de construcción, plantas y animales de la República Mexicana y, especialmente de todos los elementos naturales que tengan o puedan tener aplicación a la industria en general, a la industria minera, a la metalúrgica, a las artes y a la medicina. También se encargaría de formar colecciones, convenientemente clasificadas, de los objetos referidos; fungiría como un auxiliar en el estudio y clasificación de los productos materiales de la República que las diversas comisiones científicas existentes en los estados o las que en lo sucesivo se establecieran.

Esta comisión establecería relaciones e intercambio de objetos y publicaciones con los institutos o escuelas de los estados de la República, los museos, las academias y las sociedades científicas, tanto nacionales como extranjeras, lo mismo que con las diversas escuelas de la capital con el fin de ayudarlas en sus estudios y utilizar sus servicios. Asimismo, se planteó la formación de la Carta geológica general de la República, las cartas geológico-mineras de los principales distritos mineros del país, acompañadas de las memorias respectivas sobre estadística minera, y la carta de los materiales de construcción más útiles e importantes (trabajos especiales del Departamento geológico-minero); las cartas zoológicas, botánicas, agrícolas y médico-climatológicas y la publicación anualmente de una memoria de los trabajos de cada departamento.⁷⁵

⁷³ A esta propuesta le precedió la que hiciera Antonio del Castillo en 1882 para crear un Instituto Geológico, lo cual se verá más adelante.

⁷⁴ Pacheco, *Memoria*, 1887, pp. 437-438.

⁷⁵ *Idem*. Azuela, “Ciencia”, 2010, p. 183, refiere que hubo cuatro dependencias de larga data, que abocaron sus esfuerzos para integrar la imagen del territorio y hacer el recuento de sus recursos: el Observatorio Astronómico, el Observatorio Meteorológico Central, la Comisión Geográfico-Exploradora y la Dirección de Estadística.

TABLA 2.3
 PROYECTO DE LA ESTRUCTURA DEL DEPARTAMENTO GEOLÓGICO-MINERO DE LA
 COMISIÓN CIENTÍFICA MEXICANA (1883)

Cargo	Sueldo anual
Un director, geólogo y paleontologista (<i>sic</i>), ingeniero de minas	4, 000
Viáticos	2, 000
Un mineralogista y litologista (<i>sic</i>), ingeniero de minas clasificador de las colecciones de minerales y rocas remitidas al Departamento encargado de ellas y de ordenar los datos industriales sobre minas, haciendas de beneficio, fundiciones, etc., secretario del Departamento	3, 600
Viáticos	600
Un geólogo explorador, quien recogerá también datos industriales sobre minas, haciendas de beneficio, fundiciones, etc.	3, 400
Viáticos	600
Un dibujante y fotógrafo, encargado de dibujar las cartas y hacer los dibujos y fotografías de fósiles, de rocas, etc., que se juzguen necesarios	2, 000
Un ayudante del clasificador, para la ordenación y colocación de las colecciones y principalmente distribuidor de ellas en los diversos establecimientos a que se destinen	840
Un mozo de oficios y de los gabinetes	800
Para gastos de expediciones, viajes, compra de instrumentos, libros, muebles, útiles de escritorio; transporte y formación de colecciones, ejecución de sondeos, perforaciones; gastos de reactivos para los análisis, gastos para los ensayos docimásticos	4, 600
Un colector y ayudante del geólogo, para levantamientos pequeños	1, 200
Importe total del Departamento geológico-minero	24, 000

Fuente: Pacheco, *Memoria*, 1887, pp. 440-441.

Con la formación de las cartas geológicas, como lo habían efectuado naciones como Alemania, Austria, Inglaterra, Estados Unidos y España, -y de las que México carecía-, se podrían localizar importantes yacimientos y criaderos de minerales, materias primas para la construcción, la industria minera, agrícola, la alfarería y cuya aplicación había impactado en las obras de ingeniería civil, disminuyendo los costos y los tiempos en su levantamiento, ya que:

[...] siendo efectivamente nuestro país tan rico en elementos mineros [...], es innegable que los beneficios que solo esta industria y con ella naturalmente el erario, pueden reportar de las continuas y variadas exploraciones conducentes a la formación de la carta geológica, deben inclinar al ilustrado Gobierno a fomentar y llevar a término esos interesantes trabajos que emprendidos hasta ahora en pequeña escala, se resienten de una falta completa de unidad.⁷⁶

Fue palpable el proyecto modernizador experimentado en el porfiriato, a través del tendido y construcción de los caminos de fierro y la apertura de tajos y excavaciones, arrojaba materiales útiles para el estudio y colecta de especímenes litológicos, paleontológicos y geológicos, lo cual no obstante, debía estar planeado y supervisado por la Comisión Central. Con su creación se buscaba que fuera a la vez

⁷⁶ Pacheco, *Memoria*, 1887, p. 437.

árbitro de todos los estudios y comisiones para la exploración del territorio, cuyo modelo institucional era el funcionamiento de algunos de los establecimientos existentes en Europa y en los Estados Unidos.

Con miras a economizar, centralizar y unificar los trabajos de las diversas comisiones existentes se proponía utilizar para los estudios y clasificaciones de la Comisión Central Directiva, los trabajos y exploraciones del geólogo y del naturalista de la Comisión de límites con Guatemala; del naturalista, ayudantes y colectores de la Comisión Geográfico-Exploradora; del geólogo y naturalista de la Comisión de reconocimiento de los límites con los Estados Unidos; del jefe e individuos de la Comisión exploradora del distrito de Coalcomán; del jefe y demás integrantes de la Comisión exploradora del litoral del Pacífico y de los ingenieros Santiago Ramírez, Miguel Bustamante y Diódoro Leguízamo, comisionados especiales del ministerio para la exploración y estudio de los criaderos carboníferos, así como de los datos directos de los particulares y de los telegrafistas.

Además, la CCM podría utilizar los servicios que pudieran prestar los directores de caminos y los inspectores de ferrocarriles, los directores de las haciendas-escuelas, los jefes de las colonias establecidas y las que se establezcan para la colecta de especímenes; así como los datos, estudios y colecciones que formaran los alumnos de las Escuelas de Ingenieros y Agricultura. Además de la colaboración de los ingenieros de la Sociedad Mexicana de Minería y la Sociedad Agrícola Mexicana, así como de los profesores de química de las Escuelas de Ingenieros y de Agricultura.⁷⁷

Sin embargo, la Comisión Científica Mexicana fue otro intento más para poner en marcha un Instituto Geológico Nacional⁷⁸ que quedó en el tintero, pues se necesitaba del enlace del proyecto educativo con las instituciones de investigación científica que eran los “elementos que se conjugaron para hacer de la reforma positivista, el movimiento que echó las bases para el desarrollo de la ciencia mexicana contemporánea”, a decir de Trabulse.⁷⁹ Dicho enlace fue logrado por el ingeniero Antonio del Castillo quien contaba con todos los atributos epistemológicos y cercanía política para hacer realidad la institucionalización. Pero también con este proyecto se evidenció que la elite que formó parte de la comunidad científica fue consciente de la necesidad de fundar un organismo rector en México que se encargara de explorar los recursos naturales, y sobre todo la riqueza mineral, pues su inexistencia significaba a todas luces un “retraso” en un país tradicionalmente minero y pródigo en recursos naturales

⁷⁷ *Ibidem*, pp. 437-440, 442.

⁷⁸ *Ibidem*, p. 444; Guevara Fefer, *Últimos*, 2002, p. 58. Los nombres propuestos para la comisión fueron Alfonso Herrera como naturalista con un sueldo de 2,400 pesos; Mariano Bárcena como botanista; José Ramírez como zoologista y Gilberto Crespo y Martínez como geólogo con un sueldo de 1,800 pesos cada uno. Además de un colector dibujante y un mozo colector.

⁷⁹ Trabulse, “Introducción”, 1983, p. 173.

La política instrumentada en la Secretaría de Fomento para el reconocimiento del territorio vio su continuidad tras la remoción del general Pacheco en 1891 mediante la creación de otras comisiones especializadas tales como la Expedición científica al Popocatepetl (1895) por José G. Aguilera⁸⁰ y Ezequiel Ordóñez, empleados del Instituto Geológico; la Comisión Geodésica Mexicana (1897); la Comisión para el estudio y reglamento de Ríos (1900); la Comisión de Parasitología (1901); la Comisión Científica de Sonora (1904); la Comisión Inspectora de Ríos y Concesiones (1904); la Comisión Inspectora del Río Nazas (1905) y la Comisión para la destrucción del lirio (1906), entre otras.

Debe tenerse en cuenta que con el pasar de los años se fueron uniformando los datos que debían recoger los expedicionarios o comisionados. Por medio de la circular que giró la Secretaría de Fomento con fecha del 17 de enero de 1889 quedaban fijados los convencionalismos a través de las “instrucciones” o protocolo a que deberían sujetarse los ingenieros nombrados por la secretaría para deslindar zonas concedidas para las exploraciones y explotaciones mineras atendiendo la ley del 6 de junio de 1887.

La “instrucción” se compuso de cinco artículos. El primero de ellos indicaba que debía levantarse el plano topográfico de la zona, construido por triplicado en la escala de 1: 50,000; el cual iría acompañado de los datos del terreno, sus cálculos y resultados, la ubicación de las pertenencias y la especificación de los límites de la propiedad como lo indicaba el segundo y tercer punto. El siguiente apuntaba que se situarían en el plano la dirección de las vetas, y en caso de tratarse de criaderos, se indicaría su extensión. El quinto punto se refería al informe que debía entregar el ingeniero a la Secretaría de Fomento, el cual contendría la importancia del mineral respecto a su riqueza, las corrientes de agua, ejemplares de maderas, materiales de construcción, entre otros; las vías de comunicación de las poblaciones más importantes y las ventajas que podría proporcionar el trabajo en las minas; la abundancia o escasez de mano de obra, pago por jornal y carácter de los obreros; tomar informes de la

⁸⁰ *Diccionario Porrúa*, 1971, p. 39; Rubinovich *et al.*, *José Guadalupe*, 1991, pp. 3-20; Carrera Stampa, “José Guadalupe”, 1956, p. 13. José G. Aguilera nació en 1857 en Mapimí, Durango. Allí realizó su primaria y continuó sus estudios en el Instituto Juárez de Durango. En 1876 ingresó a la Escuela Nacional de Ingenieros, donde obtuvo los títulos de ensayador, apartador y beneficiador de metales en 1880. En 1882 formó parte de la Comisión Geográfico-Exploradora, con sede en Jalapa, en calidad de segundo naturalista y con ella trabajó los estados de Oaxaca, Puebla y Tlaxcala. De 1884 a 1886 realizó estudios especializados en geología en el Smithsonian Institution de Washington, D.C. A su regreso a México en 1886 se le nombró geólogo en jefe de la Comisión Científica de Sonora donde permaneció hasta 1888. En mayo de ese año se incorporó a la naciente Comisión Geológica Mexicana. Posteriormente, en 1891 ocupó la subdirección del Instituto Geológico de México y en 1895, tras la muerte de Del Castillo, fue director hasta 1914. En este año fue designado subsecretario de Fomento. Fue presidente del X Congreso Geológico Internacional de México en 1906. Asimismo, fue catedrático de geología en la Escuela Nacional de Ingenieros y la Escuela Nacional de Agricultura.

diputación de minería o de la autoridad política del sitio visitado y por último, debía hacer un estudio de la formación geológica de la zona concedida, así como de todos aquellos puntos de interés científico.⁸¹

2. LA CENTRALIZACIÓN ADMINISTRATIVA: LA SOCIEDAD MEXICANA DE MINERÍA Y LA LEGISLACIÓN MINERA

La profesionalización de la práctica geológica–minera estuvo determinada por la existencia de organismos científicos que fijaron como actividad principal la elaboración de proyectos gubernamentales y la publicación de artículos de difusión. Entre los distintos espacios se encuentran las sociedades científicas, las instituciones educativas y los organismos patrocinados por el Estado que compartieron como fin el conocimiento, la difusión, la exploración y la explotación de los recursos del territorio.⁸²

En cuanto a las sociedades científicas, destacaron la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística (1833), la Sociedad Mexicana de Historia Natural (1868), la Sociedad Minera Mexicana (1873), la Sociedad Mexicana de Minería (1883) y la Sociedad Científica “Antonio Alzate” (1884), que contaron con sus propios órganos de difusión. Fueron espacios dedicados al desarrollo de las ciencias exactas, físicas y naturales, que mediante la organización de comisiones en su interior lograron la exploración de minerales, fomentaron la enseñanza teórica y práctica de los actores dedicados a la explotación de ese ramo; de manera especial en la Sociedad Mexicana de Minería sus integrantes trabajaron por la unificación de la legislación minera, requisito indispensable para el progreso de esa importante fuente de riqueza pública.⁸³

La legislación minera (1821-1883) fue una preocupación constante en los gobiernos del siglo XIX, dado que las Reales Ordenanzas expedidas en 1783 en el contexto de las reformas borbónicas resultaban obsoletas para las condiciones que gozaba tal industria y las necesidades del ramo eran otras.⁸⁴ Debe

⁸¹ “Circulares”, *Legislación*, 1964, pp. 109-110; Dublán, *Legislación Mexicana*, t. XIX, 1890, p. 331.

⁸² Otros espacios en los que se verificó la práctica científica y especialmente la geológica-minera fueron las negociaciones mineras y petroleras, las empresas de reconocimiento por particulares, capitalistas y gobiernos de las diversas entidades regionales y del extranjero. Asimismo, existieron nutridas asociaciones que buscaron esos fines, además de la promoción de los recursos y su divulgación, entre los que puede citarse la Cámara Minera de México y el Instituto Mexicano de Minas y Metalurgia, que comenzaron en 1909 y los cuales merecen un estudio aparte.

⁸³ Pacheco, *Memoria*, 1887, p. 448; Azuela *et al.*, “Representaciones”, 2011, pp. 163-177.

⁸⁴ Castillo, *Indicaciones*, 1871, p. 4. Entre las obsolescencias se citaba el lenguaje anticuado de las ciencias, por ejemplo en las Ordenanzas de 1783 se definía “la palabra *fósil*, en el sentido de lo que los mineralogistas llaman *especie mineral*, o simplemente *minerales*, que son cuerpos inorgánicos de las naturaleza, definición distinta a la que para 1865 se conocía geológicamente, como resto o vestigio de ser organizado, animal o vegetal, sepultado naturalmente en las capas de la tierra, y que no guarda las condiciones normales de existencia actuales”.

considerarse que las Ordenanzas novohispanas, con diversas reformas, continuaron vigentes hasta 1884.⁸⁵ Con anterioridad a la entrada en vigor de la Constitución del 5 de febrero de 1857, pueden mencionarse los trabajos de 1855 y 1856, en que sobresalió el intento de la sustitución de las antiguas medidas castellanas por el sistema métrico decimal (véase apéndice).⁸⁶

El Ministerio de Fomento, en circular del 29 de mayo de 1861, consideró que las Ordenanzas de Minería habían dejado de responder a los progresos del ramo, por lo que era necesario reformarlas. Con la finalidad de reunir toda la información necesaria, en cada estado con actividad minera se integraría una comisión de tres individuos que dieran su opinión sobre las reformas a la legislación minera.

Otro intento orientado a reformar el código para el ejercicio minero fue la iniciativa del ingeniero Luis Robles Pezuela, ministro de Fomento en 1865, en la que participaron los ingenieros Antonio del Castillo, Próspero Goyzueta y Manuel Ma. Contreras; los licenciados Octaviano Muñoz Ledo, Rafael Martínez de la Torre, Benigno Payró, José Martínez del Río y los mineros José Godoy, Benito Herrera, Pedro Valle y Casimiro Collado;⁸⁷ de allí derivó el artículo “Indicaciones acerca de la reforma de las Ordenanzas de Minería” de la autoría de Del Castillo.⁸⁸ Sin embargo, la difícil situación emanada de la intervención francesa, no permitió la reforma en el corto plazo.

Con la restauración de la República, la dependencia de Fomento emitió una circular el 26 de septiembre de 1867, en la que solicitaba informes a los gobernadores de los estados sobre las reformas que requeriría el Código de Minería. Sin embargo, la reforma no se efectuó y en su lugar se buscó fomentar la minería con proyectos para reducir cargas fiscales.⁸⁹ Fue en el gobierno de Juárez cuando se formuló el tránsito del antiguo concepto de diputación minera, representado por los intereses del gremio, a asociaciones profesionales manejadas por el Estado;⁹⁰ entre éstas se encontraba la Sociedad de Mineros de la República promovida por los ingenieros Antonio del Castillo, Federico Weidner y José María Gómez de Campo en Mazatlán el 1º de junio de 1870, la Sociedad de Mineros de Sultepec formada el 13 de febrero de 1872 por iniciativa de Manuel Salas y otros mineros de la región y la Sociedad Minera Mexicana fundada por Mauricio Levek en la Ciudad de México en 1873, entre otras.

⁸⁵ Méndez, *Tribunal*, 2012, p. XXI.

⁸⁶ Crespo y Martínez *et al.*, *Reseña*, 1901, 74 p.; Dublán, *Legislación*, t. VIII, 1877, pp. 424-426, 656; t. IX, 1878, p. 122, 348. En estas se indica la adopción desde el 15 de marzo de 1857 y su uso en todos los actos oficiales a partir del 1º de enero de 1862.

⁸⁷ Ramírez, *Datos*, 1982, p. 462.

⁸⁸ Castillo, *Indicaciones*, 1871, 8 p.

⁸⁹ Méndez, *Tribunal*, 2012, p. 746; Calderón, “República”, 1984, pp. 143-144.

⁹⁰ Staples, *Bonanzas*, 1994, p. 105.

En términos generales, estas corporaciones compartían en común el perfil de sus asociados: mineros empresarios, mineros cultos (científicos) y funcionarios públicos, quienes buscaban fomentar e impulsar la minería a través de la formación de empresas y compañías mineras y de la promoción de la urgente reforma legislativa que necesitaba el ramo.⁹¹ En relación a lo antedicho, en 1869 por encargo del Supremo Gobierno se comisionó a los licenciados José María Lozano y Benigno Payró y los ingenieros Miguel Bustamante y Antonio del Castillo para que formularan un proyecto de ley minera, mismo que fue redactado en 1874 bajo el título de *Proyecto de ley de minería para el Distrito Federal y el Territorio de la Baja California*.

Algunas de las innovaciones del *Proyecto* fueron impulsar la exploración por todo el territorio nacional; agilizar las transacciones de los valores mineros y establecer el sistema métrico decimal para las medidas de las minas y sus productos. En él se fijaron bases para la libertad de asociación de capitales y se reglamentaron los contratos de avío con los buscones. El proyecto sólo quedó en un intento del gobierno por establecer una legislación coherente y uniforme en la federación, pues no llegó a entrar en vigor.⁹²

Desde mediados de la década de 1870, en otras latitudes del territorio se presentaron varios proyectos para reformar las diputaciones de minería, dado que las Ordenanzas de origen colonial no resolvían problemas centrales a los mineros, entre éstos los relacionados con el dominio directo de las minas, el abandono de las minas, las medidas de seguridad, entre otros aspectos. No quedaba claro si la propiedad minera pertenecía al gobierno estatal o al federal o si resultaba conveniente pasar el dominio directo a los particulares. Un par de voces autorizadas en la materia, los ingenieros de minas Santiago Ramírez y Francisco Villar y Marticorena, antiguos alumnos del Colegio de Minería y ambos avecindados en el Estado de México, formularon proyectos por separado para reformar el caduco concepto de las diputaciones de minería.

Los argumentos de Villar y Ramírez, descansaban en la necesidad de sustituir a los diputados por mineros cultos, es decir, por ingenieros egresados del Colegio de Minería y de la Escuela Nacional de Ingenieros quienes quedarían bajo la influencia del Estado, pues Ramírez llegó a afirmar que “los curanderos y los tinterillos no hacen tanto mal en la medicina y en las leyes, como los prácticos en

⁹¹ *Ibidem*, p. 106; Morelos, *Antonio*, 2013, pp. 80-82.

⁹² Ramírez, *Noticia*, 1884, p. 742, esboza la cuestión legislativa del ramo minero e incluye un listado de bibliografía del tema; *Ordenanzas de Minería*, 1961, pp. 165-116.

minería”. Con el reemplazo de esta figura se garantizaría el éxito y eficiencia de la productividad minera gracias a la intervención del Estado.⁹³ Sin embargo, estas ideas quedaron sólo en el papel.

Entretanto, en 1881, los estados de Hidalgo⁹⁴ y Durango⁹⁵ expidieron los únicos códigos estatales en la materia. Las normas de minería de los estados eran diferentes y su problema estribaba en la heterogeneidad de la carga fiscal para los inversionistas; por ello se consideró conveniente que la legislación minera fuera la misma para toda la República.⁹⁶ Sería hasta 1883, con la creación de la Sociedad Mexicana de Minería, heredera de la Sociedad Minera Mexicana y emanada directamente de la Secretaría de Fomento, que se llevaría a cabo la unificación legislativa del ramo, ya que cada estado contaba con su propio conjunto de leyes atendiendo al artículo 117 en relación al 52 de la Constitución de 1857, lo que dificultaba la igualdad en el procedimiento en cuanto a los impuestos y gravámenes en la actividad.⁹⁷ Para que se pudiera cumplir con el Código fue necesario que el Congreso de la Unión aprobara la reformar a la fracción X del artículo 72 de la Constitución por medio del decreto del 14 de diciembre de 1883, en que se autorizó al ejecutivo para expedir los Códigos de Minería y Comercio de carácter imperativo en todo el territorio nacional.⁹⁸

La Sociedad Mexicana de Minería fue creada el 5 de febrero de 1883 con el objetivo de “procurar la prosperidad de los intereses mineros, [toda vez que] la minería tiene que figurar sin disputa como el gran factor del progreso material del país [...] y conseguir los medios más eficaces para atraer capital extranjero, europeo o americano para la explotación minera, con el fin de aumentar los productos nacionales”.⁹⁹ Además, contó con *El Minero Mexicano* como órgano de divulgación y con las publicaciones

⁹³ Staples, *Bonanzas*, 1994, pp. 96-99.

⁹⁴ “Código de Minería del Estado de Hidalgo, Octubre de 1881”, en *Legislación Minera*, 1964, pp. 9-32; Velasco Ávila *et al.*, *Estado*, 1988, p. 352.

⁹⁵ Cf. “Ley Minera del Estado de Durango. Noviembre de 1881”, en *Legislación Minera*, 1964, pp. 33-53.

⁹⁶ Nava Otero, “Minería”, 1974, pp. 302-305; Crespo y Martínez, “Evolución”, 1901, p. 75.

⁹⁷ Debe tomarse en cuenta que en 1873 fue creada en Mazatlán, Sinaloa la Sociedad Minera Mexicana, a instancias de ingenieros, empresarios y funcionarios públicos que buscaban el desarrollo de las mejoras materiales y de legitimarse como clase minera, a través de su organización. Entre los propulsores se encontraban los ingenieros Federico Weidner y Antonio del Castillo. Morelos, *Geología*, 2012, pp. 129-130.

⁹⁸ Méndez, *Tribunal*, 2012, p. 747; *Legislación Minera*, 1964, p. 54. En el texto original de la Constitución de 1857, la fracción X del artículo facultaba al Congreso de la Unión para establecer las bases generales de la legislación mercantil. La reforma a esta fracción facultó al Congreso para expedir códigos obligatorios en toda la República, de minería y comercio, comprendiendo en este último las instituciones bancarias.

⁹⁹ Morelos, *Geología*, 2012, pp. 130-131. La Sociedad Mexicana de Minería contó para su eficaz organización con una Junta Directiva: Carlos Pacheco, presidente; Joaquín Obregón González, vicepresidente; Antonio Mier y Célis; Sebastián Camacho; Miguel Rul y Trinidad García como vocales; Pablo Lascuráin, tesorero; Manuel Ma. Contreras, primer secretario y Gilberto Crespo y Martínez, segundo secretario y con la delegación de seis comisiones: fomento, estadística, ciencias, legislación, arbitrios y publicaciones. Al momento de su erección contó con 373 socios (7 socios honorarios, 64 activos en la Ciudad de México, 277 en los estados y 25 en el extranjero). Además, creó las Juntas Corresponsales distribuidas en los principales sitios productivos que para 1883 sumaban 34: Aguascalientes; Territorio de la Baja California; Chihuahua; Colima; Guanajuato;

impresas por la Secretaría de Fomento, incluidos los folletos especiales, para comunicar toda la información de importancia relacionada con la actividad minera y sus miembros.

Uno de los primeros resultados de la asociación minera fue la elaboración y posterior promulgación del Código de Minería el 22 de noviembre de 1884 por el presidente Manuel González, que entró en vigor el 1º de enero de 1885, y que revocó las Ordenanzas de Minería (1783), así como las demás leyes, decretos, disposiciones de la época colonial, de la federación ó de los estados sobre el ramo de Minería, aun en la parte que no fuesen contrarias.¹⁰⁰ Sin duda, la expedición del Código minero fue un acto de suma importancia en el gobierno gonzalista ya que significó la presencia del Estado centralizador en todo el territorio mexicano. Aunque también evidenció que su operatividad exigía gastos y demasiados requisitos para poder adquirir la propiedad de una mina.¹⁰¹

El Código de Minería fue objeto de atentos estudios en los aspectos jurídicos y de la propiedad con carácter oficial, por medio de la formación de una comisión de personas que lo redactaran entre las que se encontraban el licenciado Pedro Bejarano y los ingenieros Manuel Ma. Contreras,¹⁰² Francisco Bulnes¹⁰³ y Santiago Ramírez,¹⁰⁴ pero éste último no estuvo de acuerdo con el resto de la comisión en algunos puntos y se separó de ella, pidiendo al Secretario de Fomento presentar su proyecto de manera individual.

La dependencia solicitó además las observaciones y comentarios sobre ambos proyectos recibiendo veinte dictámenes, entre ellos el emitido por Antonio del Castillo. Vale la pena recordar que este ingeniero fue diputado en la XI Legislatura que fuera presidida por Manuel Dublán y Jesús Fuentes y Muñiz, del 16 de septiembre de 1882 al 31 de mayo de 1884,¹⁰⁵ quedando de manifiesto la relación entre

Chilpancingo, Guerrero; Sultepec, Temascaltepec, Tenango del Valle, Valle de Bravo e Ixtlahuaca, del Estados de México; Real del Monte, Hidalgo; Guadalajara, Jalisco; Michoacán; Nuevo León; Oaxaca; Puebla; la capital de Querétaro, Cadereyta, Jalpan y Tolimán en Querétaro; San Luis Potosí; Sinaloa; Álamos, Arizpe, Guaymas, distrito del Altar, Hermosillo y Sahuaripa en Sonora; Tabasco; Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas.

¹⁰⁰ Art. 218 en *Legislación Mexicana*, 1964, p. 77.

¹⁰¹ Informes, 1886, p. 127.

¹⁰² Cf. *Velada*, 1902, 58 p.; Tamayo *et al.*, “Profesantes”, 1942. Manuel Ma. Contreras obtuvo los títulos de ensayador el 22 de junio de 1853 y el de ingeniero de minas el 14 de marzo de 1856 en el Colegio de Minería.

¹⁰³ *Idem.* Obtuvo el título de ingeniero topógrafo hidromensor el 17 de noviembre de 1883 en la Escuela Nacional de Ingenieros.

¹⁰⁴ Cf. Ramírez, *Apuntes*, 1884.

¹⁰⁵ González Oropeza, *Diputados*, 1994, pp. XL, 676-678. Entre los legisladores de este periodo estuvieron el ingeniero Antonio del Castillo, diputado suplente del distrito 1 de Guerrero; ingeniero Alberto Malo, diputado propietario del distrito 15 de Guanajuato; Pedro Díez Gutiérrez diputado propietario del distrito 16 de Guanajuato; Vicente Riva Palacio, diputado propietario del distrito 17 de Jalisco; ingeniero Manuel Urquiza, diputado propietario del distrito 11 de Michoacán; José Yves Limantour, diputado suplente del distrito 3 de Oaxaca; Guillermo Prieto, diputado propietario del distrito 5 de Puebla; Pedro Castera, diputado suplente del distrito 11 de Puebla; Filomeno Mata, diputado suplente del distrito 17 de Puebla y Justo Sierra, diputado propietario del distrito 2 de Sinaloa, entre otros.

política, economía y ciencia. Por su parte, el ingeniero Ramírez, a través de la prensa científica -*El Minero Mexicano* y *El Explorador Minero*- en numerosos artículos llamó la atención del gobierno sobre la “urgente” necesidad de reformar la legislación del ramo minero, por resultar anticuada; opinión generalizada entre los actores interesados en la actividad.¹⁰⁶

Mediante la consulta que se hiciera a los especialistas en la materia, se hizo posible la contribución de la experiencia de otros países mineros, se revisó el proyecto minuciosamente por la Secretaría de Fomento y se expidió el 22 de noviembre de 1884. En virtud del Artículo 29, Título II del Código, quedó establecida en la Secretaría de Fomento la Sección de Minería.¹⁰⁷

Los fines a que obedeció la reforma constitucional y la expedición del Código tuvieron como propósito la unidad de la legislación en toda la República y la igualdad de condiciones de todas las empresas mineras, así como el apoyo a la industria minera, limitando ciertos impuestos y exceptuándola de otros, lo que se tradujo en un aumento importante de la producción de metales preciosos. Abolió el sistema regalista¹⁰⁸ de propiedad sobre las minas, establecido por las Ordenanzas de 1783. La explotación de las minas por los particulares requería previa concesión de la autoridad, pero por otro lado, se facultó a los extranjeros para la adquisición de las minas, beneficiándose principalmente los ingleses y, posteriormente, los norteamericanos.¹⁰⁹

No obstante, surgieron inconvenientes y críticas por parte de algunos estados, al señalar que destruía la autonomía y representaba un afán de centralismo. Para atenuar tal reprobación fueron invitadas las entidades por la Secretaría de Fomento a nombrar representantes que estudiaran los proyectos de Código de Minería.

Entre las desventajas señaladas al nuevo estatuto legal estaban la limitación de las extensiones concesibles; subsistió el denunció y con él la necesidad de tener siempre amparadas las minas, lo que hacía precaria la posesión y encarecía su explotación; se conservó la tramitación complicada y costosa de los negocios de este orden, todo lo cual hacía insegura la explotación de los criaderos metalíferos;

¹⁰⁶ AHPM, 1884, I, 222, doc. 28, f. 2. Cf. González, “Legislación”, 1984; Martínez Baca, “Reseña”, 1902, pp. 207-211.

¹⁰⁷ Art. 29, Título II, en *Legislación Minera*, 1964, p. 59.

¹⁰⁸ Méndez, *Tribunal*, 2012, pp. 70, 749. “El regalismo en las Indias se aplicó en la distinción entre la propiedad del suelo y la del subsuelo, de manera que el dominio de las minas correspondía a la Corona. Al tratarse de regalías, las minas estaban incorporadas a la Corona sin importar que se descubrieran en lugares de dominio público o privado. Los particulares no podían favorecerse con la propiedad minera, a pesar de disfrutar de la posesión de la superficie, salvo que la Corona les otorgase la merced respectiva. En la Nueva España, los vasallos de la Corona podían verse beneficiados con el derecho a explotar las minas. Los beneficiarios debían cumplir ciertas condiciones, sin que la Corona perdiera jamás el dominio originario de ninguna mina. El dominio eminente de la Corona sobre las minas era una emanación de la soberanía real, que se traducía en un dominio útil. Por lo tanto, la Corona podía otorgar mercedes a los particulares para explotar las minas”.

¹⁰⁹ Velasco Ávila *et al.*, *Estado*, 1988, pp. 98-107; cf. Randall, *Real*, 1986.

continuaron funcionando las diputaciones de minería, -aunque con un carácter más administrativo-, que la tradición había hecho de ellas árbitros de la suerte del minero y apenas se mitigó la excesiva fiscalización del poder público en el laboreo de minas.¹¹⁰

El Título II del Código de 1884 se denominó “De las autoridades que han de intervenir y conocer en los negocios de minas, y desde entonces las autoridades mineras en lo gubernativo y económico dependieron de Fomento”; la sección comprendió doce artículos, del 18 al 29. Igualmente se estipuló la existencia de una institución que se encargara de las funciones del antiguo Tribunal de Minería novohispano, y a ello respondió la creación del Cuerpo de Ingenieros y de Mineros, subordinado a la Secretaría de Fomento, con el carácter de Junta Consultora y de Fomento de la Minería. El Cuerpo tendría a su cargo todos los asuntos científicos, económicos y administrativos que le encomendara la Secretaría de Fomento y se encargaría de promover la actividad minera.¹¹¹ El Cuerpo de Ingenieros y Mineros también sería objeto de reglamentación por el ejecutivo federal.

Igualmente se dispuso que las diputaciones de minería quedarían sujetas a la Secretaría de Fomento y que deberían establecerse en todos los distritos mineros en que fuese posible. En los distritos mineros de importancia existiría un perito facultativo que se asociaría con la diputación para desempeñarse como asesor o consultor. Las diputaciones podían encargar asuntos especiales a los peritos facultativos, aunado a que el ejecutivo estaba facultado para reglamentar la integración, elección de miembros, y renovación de los diputaciones de minería. Asimismo, recogerían y remitirían a la Secretaría de Fomento todos los datos útiles para la estadística minera que sería agrupada en la sección 4ª de Minería y Agricultura, además harían el registro de los denuncios, conceder amparos, reunir datos para la estadística minera y visitar las minas de sus distritos por lo menos una vez cada dos años.

En suma, a tono con la política centralizadora las diputaciones mineras quedaron sujetas a la Secretaría de Fomento; quedó claro que la tradicional figura de la diputación quedaría subordinada a una dependencia federal, convirtiéndose en agentes del Estado y engrosando las filas de la burocracia profesional que construía la anhelada modernización.¹¹²

Es necesario subrayar que a un año la expedición del Código de 1884, la crisis monetaria hizo estragos, situación que amenazó a la actividad. Por ello la Secretaría de Fomento convocó una Junta de

¹¹⁰ Dublán, *Legislación*, t. XIX, 1890, p. 332. Por medio de la circular 10, 361 del 22 de enero de 1889 se estableció que los extranjeros no podían ser diputados de minería.

¹¹¹ Hermosa, *Manual*, 1889, pp. 286-288.

¹¹² Staples, *Bonanzas*, 1994, p. 107, cf. Bernstein, *Mexican*, 1964, especialmente el apartado II. *The Díaz Era*, pp. 17-91.

especialistas que buscarían soluciones al problema; presentaron sus trabajos con el nombre “La Crisis Monetaria”, que permitieron al ejecutivo formar un proyecto de ley del 6 de junio de 1887 que se intituló ‘Ley de Protección Industrial o de Zonas Mineras’. Esta ley exceptuó a las minas de hierro, de carbón y de azogue, así como a sus minerales y productos de toda clase de impuestos federales, locales y municipales, salvo el del Timbre.

También exoneró de todo impuesto la circulación de los metales en pasta o acuñados y la de los productos de las minas; se abolió la cuota del Arancel de Aduanas que gravaba el azogue extranjero; se decretó que las minas no exceptuadas no pagaran más impuestos de acuñación, además del federal, que una sola cuota nunca mayor del dos por ciento del valor del metal explotado; se fijó como impuesto máximo para las haciendas de beneficio en actividad, el 6 al millar sobre su valor total; se suprimieron los derechos de denuncia, traslación de dominio, extracción y otros más, se declararon libres de derecho de importación o se rebajaron considerablemente los que causaban muchos de los artículos y productos necesarios a la explotación de minas. La solución planteada significó un paraíso visual para los inversionistas.

Continuando con la serie de reformas emprendidas durante el porfiriato, se sitúa la Ley Minera y Ley de Impuesto a la Minería del 6 de junio de 1892 sobre la consolidación de la propiedad minera, que definía qué género de minerales eran objeto de la ley y qué sustancias podían los dueños del suelo explotar libremente sin sujeción a dicha ley. En su afán de atraer la inversión extranjera, el gobierno de Díaz presentó la iniciativa de la Ley Minera de 1892 que la Secretaría de Fomento elaboró para sustituir al Código de Minería de 1884.

Los ingenieros Manuel Fernández Leal y Gilberto Crespo y Martínez, secretario y oficial mayor de la Secretaría de Fomento, respectivamente, se encargaron de la nueva legislación minera, que tenía como propósito fundamental garantizar la propiedad de las minas a los particulares que las trabajaban, a través de la concesión. Con ello la propiedad minera se equipararía a la superficial; la explotación de los yacimientos quedaría sujeta a voluntad del propietario, aunado a que los derechos sobre la mina no se perderían por falta de explotación.

La nueva ley dispuso que eran objeto de reglamento aquellos minerales que requerían previa concesión como las vetas o yacimientos de oro, plata, platino, mercurio, hierro —excepto el de los pantanos, el de acarreo y los ocre que se exploten como materias colorantes—, plomo, cobre, estaño,

excepto el de acarreo-; zinc, antimonio, níquel, cobalto, manganeso, bismuto y arsénico; las piedras preciosas,¹¹³ la sal gema y el azufre.

Mientras que las sustancias que los dueños del suelo podían explotar libremente se contaron los combustibles minerales, aceites y aguas minerales, las rocas del terreno que sirven como materias primas para la construcción o la ornamentación; las materias del suelo como las tierras, arenas y arcillas y en general todas las no especificadas en la ley. La propiedad minera se declaraba irrevocable y perpetua, mediante el pago de un impuesto federal de propiedad.¹¹⁴ Igualmente, la ley minera excluía de su dominio al petróleo, al permitir su libre explotación por el propietario de la superficie como combustible mineral.¹¹⁵

La iniciativa de ley iba de la mano de los progresos de la industria y el comercio, actividades que hacían necesario que la minería brindara “facilidades par adquirir, libertad para explotar y seguridad para retener”.¹¹⁶ Fue así que el Congreso de la Unión aprobó la Ley Minera de los Estados Unidos Mexicanos el 4 de junio de 1892,¹¹⁷ que entró en vigor el 1 de julio del mismo año. El espíritu económico-liberal de la nueva ley quedó expresado en el artículo 5º que a la letra decía: “la propiedad minera legalmente adquirida y la que en lo sucesivo se adquiera con arreglo a esta ley, será irrevocable y perpetua, mediante el pago del impuesto federal de propiedad, de acuerdo con las prescripciones de la ley que establezca dicho impuesto”.¹¹⁸

Otra de las modificaciones en materia minera fue que con la Ley de 1892 fueron sustituidas las diputaciones de minería, -que habían existido desde el siglo XVI-, por la nueva figura denominada Agentes de Minería, nombrados por la Secretaría de Fomento y los cuales gozaron de menores facultades.¹¹⁹ Evidentemente hubo opiniones que reprobaron la ley; entre ellas puede citarse la del distinguido jurisconsulto Jacinto Pallares que consideró que la Ley Minera de 1892 favorecía las especulaciones, se “dejó la minería en poder de capitales extranjeros o de sociedades anónimas, que más bien prosperan con valores de bolsa, que con trabajos serios”.¹²⁰

¹¹³ Dublán, *Legislación*, t. XXI, 1898, p. 561. Decreto número 11,286. Septiembre 14 de 1891. Circular de la Secretaría de Hacienda en la que ordena que las aduanas remitan periódicamente una noticia de la exportación de minerales preciosos en piedra, polvo o en estado de sulfuros y que cada trimestre se produzca una noticia de los minerales exportados, especificando su procedencia, número y clase de bultos, especie, peso, valor, destino e impuestos que haya causado.

¹¹⁴ Fernández Leal, *Memoria*, 1897, pp. 65-71; Díaz Rugama, *Prontuario*, 1896, pp. IX-X.

¹¹⁵ Peña, *Dominio*, 1928, p. 146.

¹¹⁶ Martínez Baca, *Reseña*, 1902, p. 64.

¹¹⁷ Farrera, *Prontuario*, 1889.

¹¹⁸ Méndez, *Tribunal*, 2012, p. 753.

¹¹⁹ *Ibidem*, p. 755.

¹²⁰ Pallares, “Introducción”, 1898, pp. LVIII-XIX. Cit. en *ibidem*, p. 754.

Así también, la ley de 1892 hizo imposible que los pequeños mineros con poco capital pudieran trabajar las minas, como antaño. Otro de los cambios introducidos con esta ley fue sobre el tamaño de la mina, pues a diferencia de lo antes establecido, las minas se designaron ‘fundos mineros’, los que no debían necesariamente tener un tamaño fijo definido por ley, quedando el denunciante en la libertad de pedir las de la forma y tamaño que mejor conviniera a sus intereses. Otra reforma fue sobre la prueba previa de la existencia del “criadero” o yacimiento metalífero la cual no formó parte del procedimiento, de modo que cabía bajo dicha ley el obtener una concesión minera aunque no hubiera minerales en el fundo concedido. Respecto a la concesión, la propiedad de la mina se adquiría por un acto especial de concesión constanding por el Presidente de la República en un título en el que se le atribuía al denunciante la propiedad de las minas.

Por vez primera apareció en la legislación mexicana la noción de caducidad, lo que evitaba controversias con terceros. Esta ley también introdujo por primera vez la noción de terreno libre al declarar que no cabía denuncia ni concesión de mina amparada por título, a diferencia que antes era admisible la solicitud de una mina a título de abandono. Igualmente se enumeraron limitadamente las sustancias comprendidas en el régimen, y declaró que el dueño del suelo explotaría libremente las demás, pues el petróleo y el carbón de piedra y el fierro y estaño, continuaron excluidos del régimen minero.¹²¹

Otra de las leyes liberales dictadas durante el porfiriato que entró en vigor el 31 de diciembre de 1909 fue la llamada Ley Minera de los Estados Unidos Mexicanos. Se trató de una ley muy similar a la anterior, salvo por algunas disposiciones aclaratorias. En primer lugar, la mención de las sustancias minerales no era limitativa como en la de 1892, sino enumerativa, siendo en cambio limitadas las sustancias de la propiedad del dueño de la superficie. Esta ley rigió hasta el 1º de agosto de 1926, cuando entró en vigor la de Industrias Minerales del 3 de mayo, aunque a esta le precedió el artículo 27 con la expedición de la Constitución de 1917:

Corresponde a la Nación el dominio directo de todos los minerales o sustancias en vetas, mantos, masas o yacimientos, constituyan depósitos cuya naturaleza sea distinta de los componentes de los terrenos, tales como los minerales de los que se extraigan metales y metaloides utilizados en la industria; los yacimientos de piedras preciosas, de sal gema y las salinas formadas directamente por las aguas marinas; los productos derivados de la descomposición de las rocas, cuando su explotación necesite trabajos subterráneos; los yacimientos minerales u orgánicos de materias susceptibles de ser utilizados como fertilizantes; los combustibles minerales sólidos; el petróleo y todos los carbonos de hidrógeno sólidos, líquidos o gaseosos.¹²²

¹²¹ Sánchez Mejorada, *Notas*, 1944, pp. 13-15.

¹²² *Ibidem*, pp. 16-17.

En suma, la Ley de 1892, no menciona la palabra propiedad, pero la reconoce en sus bases fundamentales. Concedía el derecho de libre *explotación* al dueño del suelo; atribuía la propiedad de las sustancias extraídas al mismo dueño, y no le imponía la obligación de pagar el impuesto que pagaba la propiedad minera. En consecuencia la propiedad de esas sustancias, correspondía según términos expresos de la ley al dueño del suelo; reconocida esa propiedad, lo estaban sus caracteres esenciales: exclusiva, perpetua e irrevocable.¹²³

El estado porfiriano rompió de manera definitiva con las normas del derecho minero novohispano; fue hasta 1917 que la nueva Constitución emanada del gobierno constituyente a través del artículo 27 estableció la propiedad originaria de la Nación sobre las tierras y aguas, que comprendía las minas.¹²⁴ De esa manera, los hombres de ciencia, particularmente abogados e ingenieros de minas y geólogos fueron los protagonistas y actores que trascendieron la esfera científica, participando en la política, en la economía y en el diseño de las políticas públicas; se organizaron en torno a corporaciones e instituciones emanadas o sostenidas en parte por el Estado, en aras de participar en la consolidación del Estado nacional.

La Escuela Nacional de Ingenieros en conjunción con la Escuela Nacional Preparatoria constituyeron las instituciones de educación más sobresalientes en la formación de los ingenieros y los futuros ingenieros geólogos, que bajo el impulso de la Secretaría de Fomento desarrollaban la práctica científica. Sin embargo, se hacía notar la necesidad de contar una institución que liderara las exploraciones del territorio desde el punto de vista minero y geológico, aspecto que será analizado a continuación.

¹²³ Fernández, *Petróleo*, 1905, p. 43.

¹²⁴ Morineua, *Derechos*, 1997, pp. 245-249.

3. LA COMISIÓN GEOLÓGICA MEXICANA Y SUS PROYECTOS. UN PRECEDENTE DEL INSTITUTO GEOLÓGICO DE MÉXICO

3.1 La representación gráfica de la geología: una tradición centenaria

Los mapas son un elemento importante del quehacer humano que busca con afán conocer el mundo que habita. Ofrecen información relacional, al permitir conocer la disposición relativa de los elementos. Los mapas representan datos, información científica, información dinámica, territorios imaginados, flujos e interacciones.¹²⁵ Por ello, las cartas geográficas, como lo expresó en el siglo antepasado el historiador Manuel Orozco y Berra:

están destinadas a la representación de los accidentes naturales de las diversas partes del mundo, de los Estados y de las provincias; sirven para fijar en la memoria la forma y configuración de los continentes y de los mares, la corriente de los ríos y de los arroyos, la dirección y la altura de las cadenas de montañas con las ramificaciones que con ellas se relacionan; indican las divisiones y subdivisiones políticas o administrativas; guían a los viajeros y a los comerciantes presentando la posición relativa de los lugares y el trazo de las diferentes comunicaciones itinerarias o hidrográficas.¹²⁶

La representación gráfica del territorio es sumamente rica y variada, por ello esta sección se acotará a aquellas cartas producidas en la práctica geológica. La carta o mapa geológico representa una extensión considerable del país, a escala más pequeña y contiene mucho menor número de pormenores que un mapa topográfico.¹²⁷ Mientras que un plano es una representación de una corta extensión de terreno, en grande escala. Es por eso que una carta geológica sintetiza una serie de formaciones complejas de rocas, estructuras y relaciones espaciales y temporales, pues son el producto del trabajo de campo, de gabinete y de laboratorio, pero sobre todo de horas de interpretación y abstracción de los procesos que han determinado la evolución geológica de una región.

Además del valor científico de los mapas geológicos, éstos inciden en el desarrollo de la sociedad, pues constituyen la base de la exploración y explotación minera, petrolera, energética y de aguas subterráneas con fines económicos. Así pues:

el mapa geológico, con su esquema de colores contrastantes, símbolos estructurales evidentemente inequívocos y contactos precisos entre las formaciones, crea la impresión que

¹²⁵ Calvino, *Colección*, 1987, pp. 14-19.

¹²⁶ Orozco y Berra, *Materiales*, 1871, pp. VI-VII.

¹²⁷ *Idem*.

es, al igual que muchos otros tipos de mapas, un registro verdadero y objetivo de los datos derivados de las observaciones hechas sobre diferentes clases de rocas claramente distinguibles unas de otras por características físicas bien definidas.¹²⁸

El desarrollo de la geología en México a través de sus mapas es el resultado de una evolución compleja en espacios de interacción muy activos, de cambios geográficos y ambientales dramáticos. Dan a conocer la riqueza del territorio y su factura expresa también las diferentes visiones y paradigmas geológicos en el pensamiento mundial de finales del siglo XIX, pues la geología es una de las ciencias naturales que se ha cultivado en México desde tiempos muy antiguos y particularmente en los últimos cien años ha tenido un avance considerable.

Como indica Antonio Lafuente, no hay Estado sin tecnología, como tampoco hay política sin mapas, “pensar con mapas es exigir a la razón el imperativo de la eficacia”.¹²⁹ Ellos son un símbolo, pero también una herramienta, cuya principal función es la de ofrecer una imagen cenital y abstracta de un territorio ordenado en el que coexisten muchos fragmentos sin conflicto, pues conocer es nombrar y nombrar es poseer. Un mapa es un medio de representar una espacialidad reducida en imagen, en dimensión. Permite traducir códigos, que van proporcionando información espacial a diferentes escalas y es útil para orientarse en relación a una realidad externa al propio mapa.¹³⁰

Durante el siglo XIX, las aportaciones al conocimiento de la geología mexicana fueron ejecutadas por extranjeros y nacionales, particularmente sobre los distritos mineros mediante comisiones temporales que creaba el gobierno federal para realizar estudios más específicos o bien a iniciativa de los propios particulares.¹³¹ Como comenta Gómez-Caballero, “por el mismo carácter transitorio de tales comisiones, sus investigaciones carecían del suficiente rigor científico al no contar con personal especializado”.¹³²

Varias de estas contribuciones respondieron a las empresas de reconocimiento científico organizadas durante el segundo Imperio, así como por el Ministerio y la Secretaría de Fomento y por las sociedades científicas cultas.

¹²⁸ Harrison, “Naturaleza”, 1970, p. 287.

¹²⁹ Lafuente *et al.*, *Mundos*, 2003, pp. 187-188.

¹³⁰ Calvino, *Colección*, 1987, p. 17.

¹³¹ Orozco y Berra, *Materiales*, 1871, pp. 296-304, clasificó en el apartado de “planos científicos” a los mapas geológicos, mineros y orográficos. Enlistó 66 planos y cortes geológicos, 52 sobre minería y nueve orográficos.

¹³² Gómez Caballero, “Historia”, 2005, pp. 151-152.

3.2 Historia de la Comisión Geológica Mexicana

En el México porfiriano, la exploración y explotación de los recursos naturales, como minerales y petróleo, se resolvieron como imperativo del gobierno y fueron acogidos por los hombres de ciencia. Este binomio, entre política y conocimiento, permitió la materialización de la Comisión Geológica Mexicana en 1886, organismo impulsado por el ingeniero Antonio del Castillo¹³³ cuando ocupaba la dirección de la Escuela Nacional de Ingenieros y las cátedras de mineralogía, geología y paleontología y de química, concibió la idea de formar una institución que se ocupara de hacer estudios geológicos y tuviera relación con los aspectos mineros.¹³⁴

Desde años atrás, en 1879, Del Castillo señalaba el grado de desconocimiento sobre el territorio y el hecho de que naciones extranjeras frecuentemente organizaran expediciones científicas que tocaban puntos del territorio nacional:

[...] siendo de lamentarse que la constitución geológica de nuestro suelo, sea menos desconocida en el extranjero que en nuestro propio país, debido a que los comunicados para explorar el territorio envían frecuentemente las Sociedades científicas extranjeras, con todo el empeño e interés por el progreso de la ciencia que les caracteriza recogen personalmente gran número de tesoros que arrojan considerable luz ya sobre los cataclismos que han cambiado la faz del globo y sobre la fauna y la flora que lo han cubierto, ya sobre las razas que han poblado en tiempos prehistóricos a México, datos que después encontramos en las obras científicas que nos vienen del exterior, tesoros que en número escaso figuran en nuestros gabinetes y museos y cuyo estudio es infructuoso por ignorarse su procedencia en muchos casos, encontrándose por esto la geología del país en un estado de atraso que no guarda relación con el rango que México ocupa entre las naciones civilizadas.¹³⁵

La marcha de la historia cambiaría respecto al desconocimiento de las riquezas naturales del territorio; los esfuerzos encaminados por la Secretaría de Fomento para impulsar el reconocimiento geográfico y sus recursos útiles fueron cada vez más sostenidos sobre todo desde finales de los años setenta y de manera más puntual durante la administración del general Pacheco, a través de la creación de comisiones con múltiples fines, como ya se vio. Ahora tocaba el lugar a la geología.

¹³³ Morelos, *Geología*, 2012, pp. 49-71. José Antonio del Castillo Patiño (1820-1895). Nacido en Pungarabato, Michoacán, hoy Ciudad Altamirano, Guerrero. A los 12 años fue enviado por sus padres al Colegio Francés de la Ciudad de México, después ingresó al Colegio de Minería donde obtuvo en 1845 el título de ingeniero de minas. En dicha institución ocupó diversos cargos: sustituto de cátedras, profesor de mecánica aplicada a las minas, mineralogía, geología y paleontología y química; además fue mayordomo, subdirector y director durante 17 años. Fue jefe de la Comisión Geológica Mexicana de 1886 a 1888, año en que se creó el Instituto Geológico Nacional, que dirigió hasta 1895, año de su fallecimiento.

¹³⁴ Rubinovich, "Antonio", 1992, s/p.

¹³⁵ AHPM, 1879, II, 209, doc. 3, f. 2.

En marzo de 1886, el Secretario de Fomento Carlos Pacheco, obtuvo de Porfirio Díaz el acuerdo para la formación de una Comisión Geológica, que se encargaría de la construcción de las cartas geológica y minera. Dos meses después, el 26 de mayo de 1886, Pacheco presentó la iniciativa al Congreso de la Unión de crear un Instituto Geológico ante la imperiosa necesidad y ventajas que ofrecía al país el estudio de los recursos de la Tierra.

La comisión tendría como fines estudiar geológicamente el territorio nacional desde un punto de vista práctico, científico, técnico e industrial; formar y publicar la carta geológica de la República con su memoria respectiva; hacer y dar las cartas geológicas especiales y a detalle y realizar estudios de regiones interesantes, especialmente de distritos mineros y montañas.¹³⁶ Además, debía establecer y preservar un museo geológico de la nación, con las colecciones debidamente clasificadas que sirvieran para la elaboración de las cartas y donde se pudieran ubicar los principales sitios mineros, entre otros datos.¹³⁷

Mientras la iniciativa de ley era discutida, el presidente Díaz emitió en marzo de 1888 un decreto para la creación de la Comisión Geológica Mexicana (CGM), siendo nombrado como jefe el ingeniero Del Castillo, “en atención a la aptitud y conocimientos especiales”.¹³⁸ El objetivo de la comisión fue confeccionar la *Carta geológica de México* y la *Carta de minerales de la República Mexicana* para exhibirlas en la Exposición Universal de París en 1889.

Las tareas asignadas a la comisión, de carácter especial y temporal, consistieron fundamentalmente en la elaboración de dos mapas, el geológico y el minero de México. Pues con ello el Estado hacía patente la capacidad de reproducir una idea fidedigna y confiable de la moderna nación y por otro, representaba la oportunidad de promocionar la inmigración y la inversión extranjera en México.¹³⁹

Del Castillo se dio a la tarea de formar dos presupuestos; uno con el personal de astrónomos y topógrafos suficientes para el levantamiento exacto del plano de dos serranías, la de Real del Monte y Guanajuato, que servirían y quedarían como parte integrante de la Carta General Geológica, que sería concluida por el Instituto Geológico y que su monto ascendió a 6,640 pesos mensuales. El otro presupuesto presentado fue sobre los gastos del personal que levantaría el *Bosquejo de la Carta Geológica de la República*, los cortes y cartas parciales de las regiones geológicas clásicas de los principales distritos mineros y de los criaderos más grandes de cobre, fierro y carbón de piedra (véase tabla 2.4).

¹³⁶ Rubinovich *et al.*, *Ezequiel*, 1998, p. 26.

¹³⁷ Paredes, “Instituto”, 1917, p. 478.

¹³⁸ *Boletín de la Exposición*, 1888, p. 599.

¹³⁹ Tenorio Trillo, *Artifugio*, 1998, pp. 85-87.

TABLA 2.4
PRESUPUESTO DE GASTOS MENSUALES PARA LA FORMACIÓN DE UN
BOSQUEJO DE LA CARTA GEOLÓGICA DE LA REPÚBLICA MEXICANA (1888)

Puesto	Sueldo mensual en pesos
Gratificación al Director, jefe de todos los trabajos durante las expediciones	250
Dos geólogos a 200 pesos cada uno	400
Dos topógrafos y configuradores a 150 pesos	300
Dos dibujantes y paisajistas a 120	240
Un ingeniero encargado del dibujo final de las cartas topográficas y de las geológicas	150
Un escribiente y encargado de coleccionar	60
Seis mozos a 30 pesos cada uno	180
Gastos de la Comisión comprendiendo los de transportes, alojamientos y demás gastos de viajes	720
Suma total	2,300

Fuente: elaboración propia con base en *Boletín de la Exposición*, 1888, p. 386.

El presupuesto tuvo variaciones respecto al cálculo inicial, por ejemplo, fueron contratados no dos, sino tres topógrafos y configuradores con un sueldo mensual de 300 pesos; también se duplicó el sueldo de los dos dibujantes y paisajistas, a 240 pesos a cada uno y se emplearon a dos escribientes, con un sueldo de 120 pesos cada uno.

La CGM estaría integrada por un jefe o director, quien nombraría a tres ingenieros topógrafos, dos dibujantes y paisajistas, dos geólogos auxiliares y un colector (véase tabla 2.5). Hubo algunos cambios en los cargos, por ejemplo, a finales de 1888 el ingeniero Francisco Garibay se separó del empleo, y les sustituyó como geólogo auxiliar Joaquín L. Rivero, quien acompañó a Del Castillo a Londres, para asistir al IV Congreso Internacional de Geología.¹⁴⁰

Además, la nómina de personal incluyó a los inspectores de minas y al geólogo de la Comisión Geográfico-Exploradora con sus dependientes,¹⁴¹ la mayoría egresados de la Escuela Nacional de Ingenieros (ENI). Asimismo, para la ejecución de los trabajos, Fomento y la ENI facilitaron la información contenida en el archivo del ministerio referente a las expediciones científicas que precedieron a la Comisión Geológica, notas informativas, mapas y perfiles y las colecciones de rocas. Pudo disponer de los fondos sobrantes del presupuesto de la ENI, con el fin de que iniciara sus tareas en tanto se le otorgaba una partida propia por la Secretaría de Fomento.¹⁴²

¹⁴⁰ Cf. Rivero, "Descripción", 1892, pp. 20-28.

¹⁴¹ AHPM, 1888, I, 231, doc. 6, f. 24.

¹⁴² *Idem*.

TABLA 2.5
PERSONAL DE LA COMISIÓN GEOLÓGICA MEXICANA (1888)

Fecha de nombramiento	Nombre	Categoría
Marzo de 1888	Antonio del Castillo	Jefe
12 de mayo de 1888	José Guadalupe Aguilera	Geólogo
1° de agosto de 1888	Baltasar Muñoz	Geólogo
30 de abril de 1888	Francisco Garibay	Topógrafo y configurador
20 de abril de 1888	Lamberto Cabañas	Geólogo, Topógrafo y configurador
30 de abril de 1888	Ezequiel Ordóñez	Ayudante de Geólogo y Dibujante
7 de mayo de 1888	Juan Orozco y Berra	Dibujante topógrafo e ingeniero encargado de la conclusión final de las cartas topográficas
30 de abril de 1888	Luis G. Becerril	Dibujante y Paisajista
30 de abril de 1888	Francisco Brito	Escribiente y coleccionador
8 de mayo de 1888	Juan Alonso	Sustituto o interino de Francisco Brito como Escribiente y coleccionador
14 de diciembre de 1888	Joaquín L. Rivero	Geólogo auxiliar

Fuente: AGN, Fomento, Exposiciones Extranjeras, caja 1, doc. 16, f.1; Aguilera, "Prólogo", 1896, p. 12; *Boletín de la Exposición*, 1888, pp. 599-602.

La CGM inició sus labores en tres salones de la Escuela de Ingenieros ubicados en los costados sur y poniente del patio suroeste (actualmente de la fuente) en la planta alta, donde se dispusieron los diversos departamentos de trabajo de gabinete y el de colecciones, que habrían de ocuparse seis meses, tiempo de duración de la comisión.¹⁴³ Para la ejecución de los trabajos, la Secretaría de Fomento y la ENI facilitarían los instrumentos; algunos de los aparatos y herramientas que se usaron fueron:

Para meteorología: termómetro centígrado (libre); termómetro libre, termómetro mínima centígrado (Negrete y Zambra), geotermómetros con tubos de latón, geotermómetro fijo en tubo de cobre, actinómetro italiano, plomada de latón, plomadita cónica, pequeño péndulo vertical de alambre, heliógrafo, nefoscópio, pscrógrafo, escalita de latón dividida en milímetros, hypsómetro y hervidores y tubos de barómetro llenos de mercurio.

Para mineralogía: antejo de goniómetro, microscopio de poco aumento, espiral de balanza de Jelly.

Para mecánica: péndulo reversible de Katar y herramientas: picos, palas, azadones, cuñas, martillos, armellas y cuerdas.¹⁴⁴

¹⁴³ AHPM, 1897, III, 259, doc. 16, ff. 2-3. Luis Salazar elaboró el plano de la sección suroeste de la Escuela Nacional de Ingenieros, a escala 5 mm= 1 metro.

¹⁴⁴ Archivo Histórico de la Universidad Nacional Autónoma de México (en adelante AHUNAM), Escuela Nacional de Ingenieros, Académico, Convenciones, Exposiciones y Estudio, caja 18, exp. 10, f. 64.



Imagen 2.3 Ingeniero Antonio del Castillo (1820-1895). Fundador y primer director del Instituto Geológico de México. Fuente: Salazar Salinas, “Discurso”, 1923, p. 436.

Los integrantes de la Comisión Geológica provenían en su totalidad de la Escuela Nacional de Ingenieros. El jefe, Antonio del Castillo (1820-1895) ostentaba el cargo de director y era titular de la cátedra de mineralogía, geología y paleontología, a quien le fue concedida una licencia con goce de sueldo para no dar clase durante el tiempo que durara la comisión para el levantamiento de los trabajos a exhibirse en París, percibiendo un sueldo de 250 pesos mensuales.¹⁴⁵

El puesto de geólogo fue ocupado por el ingeniero José Guadalupe Aguilera (1857-1941), discípulo de Antonio del Castillo en la ENI donde obtuvo el título de ensayador y apartador de metales, ocupó el empleo de conservador y preparador del gabinete de química analítica y aplicada entre los años de 1880 a 1886 y de conservador y encargado de los gabinetes de mineralogía, geología y paleontología en 1882 (véase imagen 2.4)¹⁴⁶

Aguilera fue condiscípulo de hombres de ciencia como Fernando Ferrari, Manuel Rivera Cambas, Andrés Aldasoro, Eduardo Martínez Baca, Baltasar Muñoz y José C. Haro.¹⁴⁷ Al momento de su incorporación a la CGM, en la que devengaría un sueldo de 200 pesos mensuales, ocupaba el cargo de geólogo en la Comisión Científica de Sonora, tras una estancia en la Comisión Geográfico-Exploradora (1882-1884) como ingeniero geólogo y segundo naturalista, donde colaboró el general Victoriano Huerta, por cierto. Éste ingeniero llegaría a ocupar el cargo de director en el Instituto Geológico de México en dos periodos, de 1895 a 1912 y de 1914 a 1915.¹⁴⁸

¹⁴⁵ AHPM, 1888, I, 231, doc. 6, ff. 4, 7; AHUNAM, Escuela Nacional de Ingenieros, Académico, Planes y programas de estudio, prácticas de campo, caja 22, doc. 6, ff. 4, 24.

¹⁴⁶ AHPM, 1882, II, 216, doc. 2, ff. 32-33; AHPM, 1882, III, 217, doc. 50, f. 2. Aguilera fue nombrado conservador y encargado de los gabinetes de mineralogía, geología y paleontología el 28 de marzo de 1882, en sustitución de Luis Cortés, quien se retiró del cargo por dos meses. Luego que Aguilera fuera designado geólogo de la Comisión Geológica Mexicana fue designado en su lugar Carlos Sellerier, quien ocupaba el cargo de conservador del gabinete de materiales de construcción. Estuvo en empleo de 1882 al 18 de abril de 1883, pues en esta última fecha se separó para hacer sus prácticas correspondientes a la carrera de ingeniero de minas.

¹⁴⁷ AHPM, 1879, I, 208, doc. 27, f. 3.

¹⁴⁸ Azuela *et al.*, “Reorganización”, 2006; Cuevas, “Estudios”, 2009, pp. 159-178.

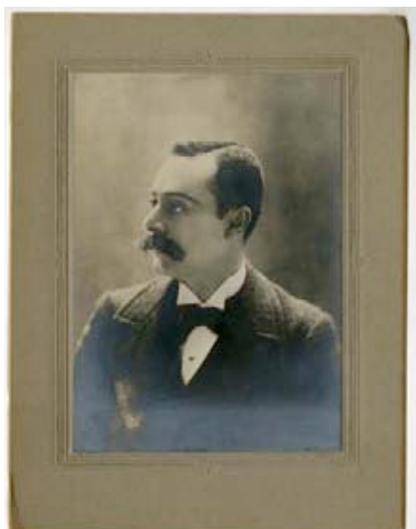


Imagen 2.4 Ingeniero José Guadalupe Aguilera Serrano (1857-1941). Fuente: AHPM, Colección Alzate, s/c.



Imagen 2.5 Ingeniero Baltasar Muñoz Lumbier (1856-1906). Fuente: AHPM, Colección Alzate, s/c.

Otro de los miembros fue Baltasar Muñoz Lumbier (1856-1906),¹⁴⁹ quien obtuvo el título de ingeniero de minas en la Escuela Nacional de Ingenieros en 1878, al tiempo que se le nombró preparador de la clase de química analítica y aplicada.¹⁵⁰ En 1888 ofreció encargarse del traslado de las grandes masas de fierro meteórico de Chupaderos al vestíbulo de la Escuela de Ingenieros, que se efectuaría un lustro después, y de manera simultánea Del Castillo propuso su nombramiento como geólogo de la Comisión, con un sueldo de 200 pesos mensuales (imagen 2.5).¹⁵¹

Francisco Garibay,¹⁵² al momento de su nombramiento en la Comisión era titular del gabinete de topografía y mecánica industrial, y fue reemplazado interinamente por Bartolo Vergara mientras duró la comisión, en la que cobró un sueldo de 200 pesos mensuales.¹⁵³

¹⁴⁹ Ingeniero minero metalúrgico y primer mexicano en dirigir una compañía minera estadounidense en México, director del Instituto Científico y Literario (ICL) de Hidalgo en 1893. En 1926 el Congreso local lo condecoró con motivo de sus 53 años de Ejemplar Maestro Hidalguense. Frente al Templo de San Francisco en Pachuca se encuentra en el jardín Colón un monumento en recuerdo a su memoria, disponible en <http://hidalguia.com.mx/mineraldelmonte/personajes.htm>, consultado el 14 de marzo de 2012. Autor del *Informe*, 1891, 14 p., y de *Aerolitos de Chihuahua*, 1880, 19 p. Fue padre de Manuel Muñoz Lumbier, quien nació en Pachuca en 1886. Estudió en el bachillerato en el ICL y obtuvo el título de ingeniero geólogo. Trabajó por varios años en el Instituto Geológico Nacional y murió el 2 de julio de 1959 en la Ciudad de México.

¹⁵⁰ AHPM, 1879, I, 208, doc. 9, f.2; AHPM, 1879, II, doc. 5, f. 16.

¹⁵¹ *Boletín de la Exposición Mexicana*, t. II, 1888, pp. 248-249.

¹⁵² AHPM, ML 301ª 1863-1891, Libro-Registro de Títulos Expedidos, f.75. Francisco Garibay obtuvo el título de ingeniero topógrafo hidrógrafo el 13 de noviembre de 1890.

A Ezequiel Ordóñez (1867-1950) y a Luis Gonzaga Becerril Carillo¹⁵⁴ les fue concedido el empleo de dibujante paisajista de la Comisión donde percibieron un sueldo de 240 pesos mensuales. Al momento de su nombramiento, Ordóñez ocupaba el cargo de conservador del gabinete de geología y mineralogía en la Escuela de Ingenieros, puesto en el que fue sustituido por Miguel M. Alvarado. En junio de 1890 fue nombrado catedrático interino de mineralogía, geología y paleontología y responsable de la práctica de campo.¹⁵⁵ Obtuvo el título de ingeniero topógrafo e hidrógrafo el 23 de mayo de 1893. Mientras que Becerril era bibliotecario de la Escuela de Ingenieros y por cierto yerno de Antonio del Castillo,¹⁵⁶ fue sustituido por Maclovio Quijano, quien a su vez ocupaba el cargo de bibliotecario y ayudante interino en el Observatorio Meteorológico de la escuela.¹⁵⁷

Francisco Brito fue nombrado escribiente y coleccionador de la comisión, con un sueldo de 120 pesos mensuales. Ocupaba el cargo de mozo práctico de los gabinetes de mineralogía, geología y paleontología y en el de materiales de construcción. Su lugar lo ocupó Fidencio Rodríguez.¹⁵⁸ Para el cargo de escribiente y coleccionador interino se nombró a Juan Alonso con el sueldo de 120 pesos mensuales; el cargo de dibujante topógrafo lo ocupó Juan Orozco y Berra con un sueldo de 300 pesos mensuales. De esta manera quedó integrado el equipo científico que realizaría las cartas geológica y minera.

¹⁵³ AHPM, 1888, I, 231, doc. 6, f. 5. Francisco Garibay obtuvo el título de ingeniero e topógrafo hidrógrafo el 13 de noviembre de 1890 en la Escuela de Ingenieros. Un año después su tesis fue publicada por la Secretaría de Fomento. Cf. Garibay, *Estudio*, 1891, 45 p. Dedicado al ingeniero D. Leandro Fernández.

¹⁵⁴ Nació en 1856, hijo de Pomposo Becerril y Manuela Carrillo. Salinas Pineda, *Amanalco*, 1999, pp. 115-116. Fue ingeniero, político e investigador nacido en Amanalco, Estado de México. Estudió en la Escuela de Artes y Oficios de Toluca. Trabajó como bibliotecario en la Escuela de Minería de la Ciudad de México, donde estudió la carrera de ingeniero. A él se debe que la impronta del “Hombre de Amanalco” (Doxindó) aparezca en las enciclopedias de México y otros países, así como en los libros de texto e historia. Entre sus obras destacan: *Geografía del Estado de México con algunos datos históricos*; “Ensayo sobre la Piedra de Nezahualcōyotl o los ticomates”, publicada en 1903 en las *Memorias de la Sociedad Científica “Antonio Alzate”*. En la Dirección de Estudios Geográficos y Climatológicos existen más de una docena de cartografías sobre el Estado de México y el Distrito Federal construidas por él. Participó como candidato a la gubernatura del Estado de México a principios del siglo XX, obteniendo un segundo lugar en las contiendas. El presbítero José Castillo y Piña señala que es oriundo de Amanalco y que es autor de los planos de la construcción de la iglesia de Santa María de Valle de Bravo a solicitud del presbítero Francisco Chaparro. Contrajo matrimonio con Matilde del Castillo (1853-1908), primera hija del ingeniero Antonio del Castillo y Eulalia Coulon, el 12 de mayo de 1880 en el Sagrario de Cuernavaca, Morelos, disponible en <http://familysearch.org>, consultado el 5 de julio de 2014 (véase cita 156).

¹⁵⁵ AHPM, 1888, I, 231, doc. 6, ff. 2, 12; AHPM, 1889, I, 233, doc. 5, f. 1; AHUNAM, Escuela Nacional de Ingenieros, Académico, Planes y programas de estudio, prácticas de campo, caja 22, doc. 8, f. 69; AHPM, 1893, II, 246, doc. 9, f. 36; Rubinovich *et al.*, *Ezequiel*, 1998, p. 23.

¹⁵⁶ “Fallecimiento”, 1906, p. 13. Su nombre completo era María Aurelia Diega Matilde Trinidad del Castillo Coulon, bautizada el 17 de noviembre de 1853 en la iglesia de la Santa Vera Cruz en la Ciudad de México. A su muerte dejó a tres niñas de 10 a 14 años de edad y un niño de 7 a 8.

¹⁵⁷ AHPM, 1888, I, 231, doc. 6, f. 4.

¹⁵⁸ *Ibidem*, ff. 2, 6, 23.

El personal de la Comisión Geológica Mexicana trabajó en la formación de un bosquejo geológico y de una carta minera a exhibirse en la Exposición Universal de París en 1889,¹⁵⁹ trabajos que fueron distribuidos en todo el mundo científico. El primero de éstos fue diseñado para dar una idea general de las formaciones geológicas dominantes en México, y, al mismo tiempo, servir de base para el trabajo más perfecto y detallado que se ejecutaría posteriormente. Para su construcción se adoptó la carta de la República Mexicana:

[...] a la escala de tres millones, publicada por la Secretaría de Fomento y de la cual se tomó los contornos, las corrientes de agua y posición de los puntos principales de referencia que fueron necesarios para el levantamiento. Sobre esta carta, y con los errores de posición, límites de estados, curso de los ríos y demás, que contenía, se trazaron los contornos que marcan los límites de cada una de las formaciones principales del país.¹⁶⁰

En tanto que el mapa minero buscaba mostrar la riqueza que resguardaban las entrañas de la tierra, debido a la gran cantidad de “venas” en el suelo y la diversidad de las sustancias minerales contenidas en ellas; indudablemente se buscaba atraer la inversión empresarial y elevar al máximo la explotación de los recursos naturales.¹⁶¹ En relación a lo anterior, Aguilera expresó a finales del siglo que “el estudio de la sobreposición de las rocas eruptivas de edad geológica conocida, permitirá establecer de una manera definitiva la edad de los filones argentíferos mexicanos y la sucesión cronológica de todos ellos”,¹⁶² he allí la importancia de los conocimientos de la geología en un país minero.

La relevancia de la práctica geológica era tal que para 1886 ya se había publicado el libro de Santiago Ramírez: *Litología. Introducción al estudio de las rocas*, dividido en tres partes; la primera constituía un estudio de los minerales que entran en la formación de las rocas; la segunda, el estudio del yacimiento de estos minerales en los diversos terrenos o rocas de que forman parte y, la tercera y última, reservada al conocimiento especial que se tenía de los especímenes en la época.

La *Carta Geológica de la República Mexicana* fue terminada a manera de bosquejo en 1889, como sugiere su título, (imagen 2.6) después de una breve suspensión de los trabajos de gabinete entre septiembre y diciembre de 1888 debido a que Del Castillo viajó al IV Congreso Geológico en Londres y, evidentemente no quería perder detalle de los avances. Pero se continuaron los trabajos de campo a

¹⁵⁹ Salazar, “Exposición”, 1889, p. 450, dice que el edificio de México fue proyectado por el arquitecto Antonio M. Anza, con los elementos arqueológicos de la obra de Antonio Peñafiel. Junto con el de Argentina, fueron lo más notables de los pabellones americanos. Consistió en un templo o *teocalli*, de forma piramidal, cuyas dimensiones fueron de 70 metros de longitud por 33 de amplitud y 14 de altura.

¹⁶⁰ Aguilera *et al.*, “Breve”, 1897, p. 286.

¹⁶¹ Aguilera, “Reseña”, 1905, pp. 81-82.

¹⁶² Aguilera, “Prólogo”, 1896, p. 236.

través de los viajes en el territorio mexicano para completar los materiales cartográficos que se exhibirían en París.¹⁶³

De estancia en Europa, durante los meses de agosto a diciembre de 1888, los comisionados Del Castillo y Rivero debían estudiar la organización de los institutos geológicos y las colecciones en los Museos de Historia Natural en Bruselas, Berlín, Viena y París; observar los trabajos de las cartas geológicas y las aplicaciones de la geología presentes también en la Exposición Universal de París que servirían de guía para el Instituto Geológico de México, una vez que se concretara su creación.

Durante su estancia en Europa, en el marco del congreso geológico, Del Castillo recibió la invitación del “célebre viajero Barón de Richthofen a asistir a la séptima sesión del Congreso de Americanistas que se verificará en Berlín del 2 al 5 entrante [octubre] para tratar cuestiones que conciernen a Colón, América, Arqueología, Antropología, Geología, etc.”.¹⁶⁴ Sin embargo, Del Castillo no pudo concurrir a la reunión por estar realizando “los estudios de las colecciones geológicas de Londres del Geological Survey y del Museo de Historia Natural”.¹⁶⁵

Después Del Castillo y Rivero viajaron a Bruselas para visitar tanto el Instituto Geológico como el Museo de Historia Natural; enseguida visitaron la Academia de Minas en Lieja en Bélgica; conocieron “de paso para Berlín, los célebres Criaderos y Oficinas metalúrgicas, para el beneficio del zinc de la Vieja y Nueva montaña”; la fábrica de máquinas de concentración de metales y de desagüe de minas en Halk cerca de Colonia, para después trasladarse a Berlín donde realizaron el mismo programa de viaje.

De Berlín viajaron a Viena, “donde me encuentro aún vastos establecimientos del mismo orden que los ya visitados por mi, y en escala aún mayor, y con edificios suntuosos y de muy buena arquitectura. Sólo el de Historia Natural ha costado 10 millones de florines (aproximadamente 5 millones de pesos) y aun no se acaba. Las colecciones son riquísimas”, según lo expresó Del Castillo. De Viena viajaron a París con gran acopio de datos y documentos especiales que sirvieran para el levantamiento de la Carta Geológica de México.¹⁶⁶ A su regreso de Londres, expresó:¹⁶⁷

[...] se me abre un horizonte vasto para aprovechar, cuanto adelanto pueda contribuir, al perfeccionamiento de nuestra ingeniería civil y minera, y en general participar del movimiento científico progresivo, que imprimen a las ciencias modernas, esas grandes reuniones de colaboradores eminentes en su progreso.

¹⁶³ Archivo General de la Nación (en adelante AGN), Fomento, Exposiciones Extranjeras, caja 1, doc. 16, ff. 14v-15.

¹⁶⁴ Colección Porfirio Díaz de la Universidad Iberoamericana (en adelante CPD), leg. 13, doc. 9608, f. 4.

¹⁶⁵ CPD, leg. 13, doc. 10563, f. 2.

¹⁶⁶ *Idem*.

¹⁶⁷ AHPM, 1888, I, 231, doc. 6, f.5.

Debo también acentuar que ese horizonte de adelantos abiertos para mí [...] en la Comisión de la Carta Geológica, en cuya realización ha tomado Ud. vehemente interés, ha venido afortunadamente a proporcionarme los medios de dar solución feliz, a las dificultades con que todo geólogo en México tiene que tropezar, considerando el aislamiento que en se encuentra. Siendo esto así, se puede considerar que realmente mi asistencia al Congreso Internacional Geológico en Londres es una continuación de mi Comisión para la Carta Geológica en la Exposición de París, por el vasto campo que se me proporciona para el perfeccionamiento de mis trabajos, por la oportunidad oficial por decirlo así, de visitar los grandes establecimientos especiales dependientes del Gobierno y de las Asociaciones de particulares que podré extender a los otros del mismo orden en Europa.¹⁶⁸

En Europa visitó diversos establecimientos científicos, donde observó su organización, las publicaciones, el desarrollo de las ciencias, las colecciones y fue allí donde se percató del interés que merecían las meteoritas, de las que México contaba con dos de las más grandes masas de fierro en el mundo.

Tornando la vista al *Bosquejo de la Carta geológica*, se trató de la primera carta de su tipo facturada en México y estuvo acompañada de un informe cuidadosamente escrito, que enfatizaba en los planes y estudios geológicos de las regiones más interesantes del país, desde el punto de vista minero. Desde los años setentas “ya no se publicaba literatura científica sin ilustraciones; más que cualquier otra ciencia, la geología [tiene] derecho a beneficiarse de esta tendencia, que es una necesidad”.¹⁶⁹ Este mapa permitió apreciar la cobertura general de las distintas formaciones rocosas del país conocidas y las áreas en que se desconocía totalmente su constitución física y geológica; además, mostró el avance del conocimiento geológico de la República que cubría cerca del cincuenta por ciento de la superficie nacional.¹⁷⁰

Fue en el marco del IV Congreso Geológico en Londres cuando se eligieron a diversas personalidades de 24 países del mundo científico para continuar con los trabajos de la Comisión Internacional relativo a la nomenclatura, la determinación de los nombres, la extensión de las divisiones y los colores que debían adoptarse en el mapa geológico de Europa,¹⁷¹ entre ellas se encontraba el ingeniero Del Castillo, en calidad de vicepresidente.

¹⁶⁸ AGN, Fomento, Exposiciones Extranjeras, caja 1, doc. 16, ff. 14-14v.

¹⁶⁹ Fouqué *et al.*, *Memoires*, 1879, p. II.

¹⁷⁰ Morelos, *Geología*, 2012, p. 227.

¹⁷¹ Rivero, “Descripción”, 1892, p. 25; *Congrès Géologique*, 1893, pp. 22-23. En la 5ª Sesión del CGI celebrado en Washington en 1891, los presidentes de honor fueron James Hall y James D. Dana; presidentes antiguos: E. Beyrich, 1885; G. Capellini, 1881; J. Prestwich, 1888; Presidente: J.S. Newberry; vicepresidentes: K. von Zittel y H. Credner (Alemania); T. McK. Hughes (Inglaterra); E. Tietze (Austria); F. Liversidge (Australia); E. van den Broeck (Bélgica); J.C.L. Laflamme y Thomas Macfarlane (Canadá); F.I. San Roman (Chile); F. Johnstrup (Dinamarca); H.M. Cadell (Escocia); M.F. de Castro (España); Joseph Le Conte, J.W. Powell y Raphael Pumpelly (Estados Unidos); A. Gaudry y C. Barrois (Francia); M.J. von Szabó (Hungría); F.R. Mallet (India); A. Sollas (Irlanda); G. Uzielli (Italia); A. del Castillo (México); H. Reusch (Noruega); F. Hutton (Nva. Zelanda);

La Comisión deliberó la unificación de colores y figuras que acompañarían las cartas, no obstante, sería hasta la V sesión del Congreso Geológico a celebrarse en Washington en 1891 cuando finalmente se estandarizó la gama de colores que debían usarse para la identificación de las rocas fosilíferas, en el que solo patrones en líneas paralelas se utilizarían y que se plasmarían en los mapas (véase tabla 2.6); la uniformidad de la escala de colores para los mapas geológicos fue una situación que se discutió desde el nacimiento de los congresos, particularmente en el marco del segundo Congreso Geológico Internacional en Bolonia en 1881.¹⁷²

TABLA 2.6
GAMA DE COLORES DE LAS ROCAS FOSILÍFERAS
UTILIZADOS EN LOS MAPAS GEOLÓGICOS (1891)

Periodo	Símbolo	Color
Neoceno	N	Naranja
Eoceno	E	Amarillo
Cretáceo	K	Amarillo-verde
Trias Jura	J	Azul-verde
Carbonífero	C	Azul
Devónico	D	Violeta
Silúrico	S	Púrpura
Cámbrico	E	Rosa
Algonquino	A	Rojo

Fuente: *Congrès Géologique*, 1893, p. 209.

La heterogeneidad en la práctica geológica que privaba en 1888 fue subrayada por el ingeniero y físico inglés John Hopkinson (1849-1898), quien expresó en el marco del IV Congreso Geológico lo siguiente:

[...] en el principio de las investigaciones geológicas, los geólogos de cada país trabajan independientemente, dando a grupos de rocas los nombres de las localidades en que se encontraban por primera vez, que casi siempre eran de un valor puramente local. Los colores y signos convencionales en los mapas geológicos se adoptaban en cada país sin relación ninguna con lo practicado en otros. El resultado de todos estos trabajos independientes y en consecuencia un mapa geológico no da ninguna idea de la estructura y edad de las rocas del lugar a que se refiere.¹⁷³

Justamente los congresos geológicos de alcance internacional nacieron para establecer reglas para la nomenclatura, la clasificación y la construcción de mapas geológicos, con el fin último de generar un

J.F.N. Delgado (Portugal); G. Stefanescu (Rumania); T. Tschernyschew, F. Schmidt y A. Pavlow (Rusia); Gerard de Geer (Suecia); H. Golliez (Suiza).

¹⁷² *Congrès Géologique*, 1891, pp. 39D, 51-53. Dentro los miembros mexicanos en la 4ª sesión en Londres se encontraban los ingenieros Antonio del Castillo, Pedro L. Monroy y Salazar y Jorge L. Rivero.

¹⁷³ Rivero, "Descripción", 1892, pp. 22-23.

lenguaje convencional en los profesantes de la geología. Entre éstos estaba el mexicano Antonio del Castillo, quien asistió a los seis primeros: París (1878), Bolonia (1881), Berlín (1885), Londres (1888), Washington (1891) y Zurich (1894).

El *Bosquejo de una Carta geológica*, la *Carta Minera de la República Mexicana* y demás planos fueron calificados como trabajos útiles, por haber procedido “de la manera que lo hacen los grandes oficiales facultativos de estado mayor que comienzan primero por formar cartas estratégicas al 1/50,000 o al 1/320,000 para gradualmente llegar a hacer cartas tácticas al 1/60,000 o al 1/50,000 para venir por último a formar cartas de detalle a 1/10,000. México ya tiene su Carta Geológica; le falta ahora completar este bosquejo”, como indicó Alberto Samson, redactor de *El Minero Mexicano*.¹⁷⁴ Este personaje añadió además las ventajas que traía consigo:

[...] el ingeniero encargado del estudio geológico o del examen de una región minera, tendrá, en adelante, un vade-mecum precioso; podrá sacar de él útiles y notables trabajos que comentamos y las inducciones que a ellos se refieren. Además, tendrá un guía interesante que enriquecerá cada día con los resultados de observaciones científicas más preciosas y de nuevas adquisiciones útiles. Las minas de plata están amenazadas de suspender sus trabajos a causa de la depreciación del metal, la industria minera debe llevar en adelante sus actividad a producciones más nobles. El carbón podrá ser dentro de algunos años un elemento de salvación para México. Este precioso combustible hace gran falta en todo el sur y en el oeste de los Estados Unidos. Los criaderos carboníferos del Colorado, casi insuficientes, sólo dan productos de clase inferior, y lejos de los puntos de consumo. He aquí, una de las ventajas positivas de una carta geológica: hace conocer por un examen rápido la repartición de riqueza minera de un país [...]. Las producciones agrícolas y el carbón de piedra serán las materias de cambio contra los productos manufactureros del extranjero.¹⁷⁵

Además, el acucioso redactor señaló la necesidad de que se hicieran nuevas exploraciones en las vastas regiones carboníferas –no estudiadas por la Comisión Geológica- como aquellas cercanas al Río Grande y del Conchos, las hulleras de Piedras Negras, al sud-este a medio camino de Piedras Negras a Laredo, al sud-oeste de Sabinas, las hulleras de San Carlos y del Presidio del Norte (Cantón de Ojinaga, en el estado de Chihuahua) y las del Cantón de Misantla en Veracruz. Aunado a que, según él, para encontrar las hulleras debían buscarse en las serranías del cretáceo y no sobre las vertientes del Atlántico.¹⁷⁶

¹⁷⁴ “Carta Geológica”, 1893, p. 81.

¹⁷⁵ *Ibidem*, pp. 81-82.

¹⁷⁶ *Idem*.



Imagen 2.6 *Bosquejo de una Carta Geológica de la República Mexicana* (1889). Fuente: *Bosquejo de una Carta Geológica de la República Mexicana* elaborado por la Comisión Geológica de México, escala 1: 3,000,000, color, 81 x 111 cm. Imp. por Erhard Hermanos-París. Grabado por Erhard Hermanos 35 calle Denfert-Rochereau-París]. Mapoteca “Manuel Orozco y Berra”, Colección General República Mexicana, varilla 5, núm. 7701 [También véase varilla 1, núm. 36 y 55].

3.3 Los proyectos y las fuentes de la Comisión Geológica Mexicana

Las fuentes para el levantamiento de la carta geológica fueron múltiples: de gabinete, cartográficas, hemerográficas, bibliográficas, reportes técnicos e informes, pues “conjuntó no sólo la información cartográfica-geológica ya disponible, sino que implicó un gran trabajo de reconocimiento de campo e identificación petrográfica de colecciones ya existentes”.¹⁷⁷

¹⁷⁷ Rubinovich, “Antonio”, 1992, s/p.

Los trabajos de la Comisión Geológica o del Departamento del Instituto Geológico de la Escuela de Ingenieros –como se le denominó en 1882– caminaban acorde a los estudios llevados a cabo en el gabinete de mineralogía, geología y paleontología de la Escuela de Ingenieros que para 1882 habían enriquecido sus colecciones.

En la sección de mineralogía se intercalaron en su lugar correspondiente los ejemplares de feldespatos, granates, zeolitas, micas y piroxenas, comprados en Alemania al Dr. Krantz de Bonn, y que “enriquecen la colección general de todas las partes del mundo”. Los ejemplares de minerales del país están colocándose “para apreciar su mayor o menor importancia industrial” según lo dispuesto por Antonio del Castillo en el orden por regiones: platiníferas, auríferas, argentíferas, mercuríferas, bismutíferas, cobaltíferas, cupríferas, estaníferas, zincíferas, plumbíferas, antimoníferas, ferríferas, carboníferas, grafitíferas o plumbaginíferas, bituminíferas (materias carbonosas que producen aceites, minerales para destilación fraccionada), sulfuríferas, kaoloníferas, silicíferas (pedernales, semiopalos y materias silizosas para hacer vidrio), salinas, tequezquiteras, salitreras (salitre y sulfato de sosa), alumbres y piedras preciosas.¹⁷⁸

Mientras que las colecciones generales de estudio se habían enriquecido con algunos ejemplares extranjeros y del país, y estaban dispuestas según los caracteres externos de acuerdo al texto de Andrés Manuel del Río y la de especies mineralógicas de acuerdo al sistema de James D. Dana.¹⁷⁹

En la sección de geología y paleontología se ubicaban las colecciones de rocas del país por orden geográfico, por estados y distritos mineros, de acuerdo al orden siguiente: rocas volcánicas, rapillis ó tezontles desmoronadizos, lavas, traquitas, basaltos, obsidianas, piedra pez y aperlada, esferolitas; pórfidos ígneos, dioritas, diabasas, pórfidos cuarcíferos, pórfidos comunes metalíferos, jaspes; tobas y conglomerados; areniscas cuarzosas; calizas y margas; caliza-pizarra; rocas de corta extensión local,

¹⁷⁸ AHPM, 1882, IV, 218, doc. 26, s/f.

¹⁷⁹ *Idem*. Las colecciones de fósiles fueron comprados en 1881 al Dr. Krantz y se colocaron en el orden siguiente: “100 especies del Crag y del Eoceno, marinas y de agua dulce del S. de Inglaterra; 300 especies de las cuencas de París y Normandía; 100 especies de las capas de numulitas de los Alpes, Egipto, etc.; 100 especies de las capas superiores de la creta de Faroë y Maastricht; 100 especies de las capas superiores de la creta de Halden Wesfalia; 50 especies de Austria; 50 especies de la arenisca verde superior de Tournay Bélgica y de Montignies (Francia); 100 especies de todas las capas de formación cretácea conocidas en Inglaterra; 150 especies de formación cretácea mostrando de preferencia los pisos llamados Gault, Aptiano y Neocomiano, del S. de Francia y de Suiza, dispuestos con arreglo a la clasificación de esta formación por d’Orbigny. Además de que los fósiles del país estaban en estudio, ordenándose por pisos geológicos. Una vez que las colecciones, mineralógicas, geológicas y paleontológicas estuvieran ordenadas se procedería a ponerles etiquetas y a formar catálogos que “publicándose manifestarán la utilidad de estos museos y harán que se cultiven con más afán estas ciencias, fuente de riqueza de las naciones”.

litomas ya arcillosa, kaolines, esferolitas, conglomerados de resbalamiento, etc. y minerales contenidos en las rocas anteriores.

De esa manera se organizaron las colecciones de rocas, fósiles y minerales existentes hasta 1887 en los museos-gabinetes de mineralogía y geología de la Escuela Nacional de Ingenieros, haciéndose necesaria la revisión y reclasificación por José G. Aguilera, de acuerdo a los preceptos de Albert de Lapparent, que Ferdinand Fouqué y Michel Levy consignaron en su obra.

Se hizo uso de los itinerarios recorridos por Aguilera cuando ocupó el cargo de ingeniero geólogo y segundo naturalista en la Comisión Geográfico-Exploradora, entre los años de 1882 a 1884.¹⁸⁰ Los trayectos cubrieron porciones de los estados de Puebla, Veracruz, Tlaxcala, Oaxaca y Sonora; se utilizó la Carta de Durango formada por el ingeniero Antonio García Cubas. Pese a que se sirvió de toda la información acumulada que constaba de planos, colecciones y abundante literatura, que las variadas y numerosas comisiones científicas dependientes de la Secretaría de Fomento habían formado, fue necesario completar los datos hasta entonces existentes por medio de itinerarios geológicos que abarcaron gran parte del territorio mexicano, con el objeto de hacer el deslinde aproximado de las principales formaciones del país.

Abundando sobre los informes de las distintas comisiones científicas que exploraron el territorio y que sirvieron de sustento para los trabajos de la Comisión Geológica Mexicana es preciso referir los trabajos de extranjeros de Henry Nyst (1780-1846) y Henri Guillaume Galeotti (1814-1858) de 1846; la Memoria de William Emory de la Comisión de Límites entre México y los Estados Unidos, *Emory's Report of the U.S. and Mexican Boundary Survey* y los trabajos de exploración de Auguste Dollfus y Eugène Monserrat publicados en los *Archives de la Commission Scientifique du Mexique* y el estudio *La métallurgie de l'argent au Mexique* por el ingeniero de minas M.P. Laur, impreso en los *Annales de Mines* en 1871.¹⁸¹

Igualmente se utilizaron: la Colección de Informes Geológicos (1870) formados por el geólogo Mariano Bárcena, la carta geológica formada por Agustín Barroso¹⁸² como parte de la Comisión Mexicana para el reconocimiento del Istmo de Tehuantepec dirigida por el ingeniero Manuel Fernández Leal, la del mismo sitio publicada por J.C. Spear en *Geological map of the isthmus of Tehuantepec* que acompañó a "Reports of explorations and survey" por R.W. Shufeldt (1872), los trabajos de la Comisión

¹⁸⁰ En 1886 José G. Aguilera se incorporó como geólogo en jefe de la Comisión Científica de Sonora, que se creó para el deslinde y fraccionamiento de las tierras, e instalación de los indígenas yaquis pacíficos; en 1888 pasó a la Comisión Geológica Mexicana donde permaneció de manera ininterrumpida hasta 1914.

¹⁸¹ Laur, "Métallurgie", 1871, pp. 38-317.

¹⁸² Obtuvo los títulos de ensayador en 1852 y el de ingeniero de minas el 15 de mayo de 1855 en el Colegio de Minería.

Geográfico-Exploradora (1877), la carta geológica de Sinaloa elaborada por Federico Weidner como parte de la segunda edición de su *Informe científico sobre el cerro del Mercado de Durango* (1878), que además proporcionó noticias sobre algunas meteoritas, los numerosos informes del ingeniero Santiago Ramírez, los datos adquiridos por Del Castillo provenientes de los donadores de especímenes de rocas y minerales de una parte del Istmo; los datos suministrados por Melchor Calderón¹⁸³ y el ingeniero Próspero Goyzueta,¹⁸⁴ miembros de la Comisión de Límites entre México y Guatemala y los informes de la Comisión Exploradora de Baja California (1884) dirigida por Joaquín M. Ramos y la carta geológico-minera de Baja California.

Igualmente también se incorporaron los datos recogidos por Antonio del Castillo en una parte de Guerrero y Oaxaca,¹⁸⁵ la información recogida por el ingeniero Manuel Urquiza¹⁸⁶ en su exploración del distrito de Coalcomán, estado de Michoacán y los consignados en el *Tratado de Geología* (1884) de Mariano Bárcena.

En síntesis, las fuentes para los proyectos de la Comisión Geológica fueron de tres tipos: autores que no formaban parte oficial de la Comisión, autores ajenos a la Comisión, tanto extranjeros como nacionales y autores pertenecientes a la Comisión. Los primeros realizaron los estudios de regiones lejanas y difíciles del país y que los geólogos no habían podido rectificar. A este grupo pertenecieron localidades referentes a la costa occidental de la Baja California, desde la Isla de la Margarita en Baja California Sur, a la línea divisoria con los Estados Unidos, de la costa norte del Golfo de California y la geología de Sinaloa y los autores ajenos a la Comisión, tanto extranjeros como nacionales que proporcionaron información referente al Istmo de Tehuantepec y noticias de algunas porciones de Jalisco, Morelos, Puebla, Hidalgo, Coahuila y Distrito Federal.

Mientras que los autores pertenecientes a la Comisión incluyeron las numerosas expediciones en el campo realizadas entre 1882 y 1894 a Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Durango, Estado de México, Hidalgo, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Tabasco, Tlaxcala, Veracruz, Yucatán y los límites con Guatemala, que se enuncian a continuación.¹⁸⁷

¹⁸³ Se tituló de ensayador y apartador el 27 de agosto de 1877 en la Escuela Nacional de Ingenieros.

¹⁸⁴ Obtuvo el título de ingeniero de minas y beneficiador de metales el 6 de julio de 1859 en el Colegio de Minería.

¹⁸⁵ Aguilera, "Prólogo", 1896, pp. 12-14; Marcou *et al.*, "Mapoteca", 1884, pp. 144-145.

¹⁸⁶ Morelos, *Geología*, 2012, p. 197. Estudió en el Colegio de Minería donde obtuvo los títulos de ingeniero topógrafo el 19 de agosto de 1857, de ensayador el 22 de julio de 1858 y el de ingeniero de minas el 22 de abril de 1860. Fue miembro de la Sociedad Mexicana de Minería, y de la comisión primera de estadística organizada por dicha sociedad. Catedrático de mineralogía, geología y paleontología en la Escuela Nacional de Ingenieros de 1882 a 1886 y de 1888 a 1889.

¹⁸⁷ Aguilera *et al.*, "Breve", 1897, pp. 385-386.

3.4 Itinerarios de exploración para la formación de la *Carta Geológica de la República Mexicana*

Las exploraciones de los principales sitios para la formación de la *Carta Geológica de la República Mexicana* (véase tabla 2.7) corrieron a cargo de Antonio del Castillo, José G. Aguilera, Ezequiel Ordóñez, Baltasar Muñoz, Lamberto Cabañas y Rafael Félix y Buelna entre 1882 y 1894. Fue recogiendo información relativa a las minas en trabajo y la situación de los centros mineros, para formar sobre un esqueleto de la *Carta Geográfica de la República*, una *Carta Minera*, más perfecta que la construida en 1889.

Aunque se obtuvo información al respecto, no se incluyó el deslinde de todas las rocas integrantes del suelo, con lo que hubiera podido formarse una carta petrográfica, pero esta tarea estuvo fuera de los propósitos de la comisión, ya que los trabajos fueron preparados con premura, toda vez que se disponía de un lapso de diez meses para su construcción y posterior exhibición.

Casi en su totalidad, los recorridos que hicieron los geólogos fueron en tren y a caballo; dormían en la intemperie, a los cuatro vientos, donde enfrentaban las continuas lluvias y la alimentación en ocasiones se limitó a huevos, tortillas y frijoles.¹⁸⁸ También se aprovechó la estancia de expertos viajeros y hombres de ciencia en el territorio mexicano, como la visita del geólogo alemán Karl Theodor Sapper (1866-1945), discípulo de Friedrich Ratzel y de Karl A. von Zittel,¹⁸⁹ -decano de la comunidad geológica internacional-, trabajó entre 1893 y 1895 como geólogo de campo en México y colaboró con la Comisión Geológica con el estudio relativo a la península de Yucatán, que incluyó los estados de Chiapas y Tabasco que se dio a conocer en 1894, mas no formó parte de la nómina oficial.¹⁹⁰

¹⁸⁸ Castillo, “Ciencias”, 1891, p. 281.

¹⁸⁹ Böse, “Karl”, 1904, pp. 25-27. Karl Alfred von Zittel fue un célebre paleontologista nacido en Bahlingen cerca de Freiburg (Baden, Alemania), el 25 de septiembre de 1839 y fallecido el 6 de enero de 1904. Su padre fue Karl Zittel, eminente teólogo protestante de ideas liberales. Zittel estudió la mineralogía y geología en Heidelberg, París y Viena, pero se ocupó más tarde principalmente en la paleontología y llegó a ser el maestro de casi todos los paleontologistas notables del mundo. Después de haber sido ayudante en el Hofmineralienkabinett, y profesor supernumerario en la Universidad de Viena, fue nombrado catedrático del Politécnico de Karlsruhe por poco tiempo, toda vez que en 1866, cuando tenía 27 años de edad, fue llamado a ocupar la cátedra de paleontología de Munich, una de las más importantes de Alemania. En este sitio continuó el arreglo de la colección paleontológica, iniciada por Opper, haciendo de ella la más completa del continente europeo. Llegó a tener fama mundial cuando empezó a publicar su monumental obra, *Tratado de Paleontología*, en 5 tomos. La publicación de este trabajo duró de 1876 hasta 1893 y fue traducido al francés, al inglés, etc. En 1899 publicó su *Historia de la Geología y Paleontología*. En Munich estudiaron casi todos los paleontologistas modernos de Alemania y de los Estados Unidos, muchos de Francia, Austria, Italia, Inglaterra, Rusia y Japón. En los años de 1889 a 1894 estudió en el Museo de Paleontología, Emil Böse, quien en 1898 llegó a emplearse en el Instituto Geológico de México. El príncipe de Baviera le concedió la nobleza personal y más tarde lo nombró Consejero Privado. Este sabio hizo gran promoción y difusión de la paleontología en el siglo XIX.

¹⁹⁰ Alvarado *et al.*, *Karl*, 2012, pp. XIII y XVII; Kühl, “Jinotega”, 2011, “Carta Geológica”, 1893, p. 2: “el Sr. Dr. Don Carlos Sapper, comisionado por el Ministerio de Fomento para formar la Carta de la República, estuvo en Tuxtla Gutiérrez, de paso para el Departamento del Centro, donde va a practicar algunos trabajos propios de su empleo”. Karl Sapper es considerado pionero y fundador de la geología y vulcanología en América Central. Hombre multifacético, geólogo, vulcanólogo, geógrafo, lingüista, etnólogo, viajero, explorador, coleccionista y cafetalero. Nació en 1866 en la ciudad alemana de Wittislingen, pueblo

Sapper realizó sus recorridos a pie, utilizando “sus pasos para medir las distancias y su brújula para la orientación de perfiles”, en general viajó “con tres acompañantes quekchíes (guatemaltecos), Macedonio Tox, Sebastián Ical y José Chub”.¹⁹¹ Visitó numerosas zonas del territorio mexicano; en 1891 llegó Yaxchilán haciendo una descripción de la ciudad y realizó una ascensión con carácter científico, al Pico de Orizaba o Citlaltépetl en los primeros meses de 1893.¹⁹²

Producto de sus investigaciones entre 1888 a 1897, a su paso por el continente americano realizó un tratado de la formación de las montañas y del suelo de la parte norte de América Central. Dicho trabajo fue la continuación de los estudios que llevaron por título, “Geografía Física de Guatemala; Geografía Física de Chiapas, Tabasco y Yucatán” (*Boletín* no. 3 del Instituto Geológico de México) y también un informe acerca del gobierno de Belice (1896).¹⁹³ La obra compendió las anteriormente citadas y estuvo acompañada de los resultados obtenidos “en un viaje por El Salvador y la parte occidental de Honduras hasta el límite occidental de los estados de Chiapas y Tabasco, de los linderos de la América Central, entre Puerto Cortez y la Bahía de Fonseca”. Sus trabajos estuvieron circunscritos a la geología, orografía, hidrografía y suelo de los diferentes lugares; así como la cartografía vegetal y de las regiones pluviales más importantes de la parte norte de Centroamérica.¹⁹⁴

Ahora bien, respecto a la escala adoptada para la construcción de las cartas geológica y minera, fue la de 1: 3,000,000, por considerarse la más conveniente, dada la escasez de puntos situados por coordenadas geográficas en el territorio de la República.¹⁹⁵

zuavo entre Baviera y Wurtemberg, estudió ciencias naturales y geología en Múnich, Alemania donde se graduó de doctor en 1888. Realizó importantes contribuciones a las ciencias naturales y sociales, tanto en Centroamérica, México y Alemania. Cabe destacar que cartografió por vez primera 81 volcanes en Centroamérica, ya que la mayoría de sus viajes y estudios en la región los hizo entre 1888 y 1900, pero regresó para complementar las exploraciones. Trabajó como profesor en las universidades de Leipzig, Tubinga, Estrasburgo y Wuerzburgo. En 1889 realizó investigaciones geográficas en Cobán y Alta Verapaz en Guatemala, donde administraba una finca de café de su hermano Ricardo y a la par ejecutó investigaciones de los indígenas mayas de la región. En 1892 investigó varios volcanes de Guatemala, después fue invitado a México donde viajó por tierra visitando las ruinas mayas y sus volcanes. Viajó de La Ceiba, Honduras, hasta Santa Techa en El Salvador investigando la ruta del futuro ferrocarril, una vez allí visitó sus volcanes. Murió en 1945 en Garmisch-Partenkirchen, Alemania.

¹⁹¹ Alvarado, *Karl*, 2012, p. XIX.

¹⁹² “El Citlaltépetl”, 1893, p. 2.

¹⁹³ Cf. Sapper, “Informe”, 1894, pp. 187-211.

¹⁹⁴ *Monthly Bulletin*, 1899, pp. 93-94. Los mapas que se incluyeron en la obra de Sapper fueron los siguientes: mapa original de la parte norte de Centro América, escala 1: 1100000; Mapa geológico de la parte norte de Centroamérica, escala 1:1100000; Esbozo de un mapa superficial de la parte norte de Centroamérica, escala, 1:3000000; Perfil geológico de Yucatán, Chiapas, Tabasco, Guatemala, etc., escala de longitudes, 1:250000; escala de altitudes, 1:100000; no. 1, Perfil de Yucatán (1:800000 y 1:400000); no. 2-9, Perfil de Chiapas y Tabasco; no. 9, Perfil de Belice; no. 10-23, Perfil de Guatemala; no. 24 y 25, Perfil de Honduras.

¹⁹⁵ Aguilera, “Prólogo”, 1896, p. 13.

TABLA 2.7
ITINERARIOS DE LAS EXPEDICIONES PARA LA FORMACIÓN
DE LA CARTA GEOLÓGICA MEXICANA (1888-1894)

Entidad	Expedicionario	Fechas
Estado de México	Antonio del Castillo, Ezequiel Ordóñez y Lamberto Cabañas	1888
Hidalgo	Idem	
Chihuahua	Baltasar Muñoz Lumbier	1888
Sonora (parte septentrional)		
Nuevo León (parte meridional)		
Porciones de Puebla	José G. Aguilera	1882-1884
Veracruz		
Tlaxcala		
Oaxaca		
Sonora		
Coahuila	José G. Aguilera	1888
Nuevo León		
Tamaulipas		
Veracruz		
San Luis Potosí (una parte)		
Durango		
Límites con Guatemala		
Parte del Estado de México y Morelos	Antonio del Castillo y Lamberto Cabañas	1891
Yucatán	Karl Sapper	1894
Tabasco		
Chiapas		
Sonora	Rafael Félix y Buelna	1894
Sinaloa		

Fuente: Aguilera, *et al.*, *Bosquejo*, 1896; Buelna, "Informe", 1894, pp. 147-153; Buelna, R.F., "Informe sobre criaderos", 1894, pp. 237-239.

Para la ejecución de la Carta, la obra fundamental fue el *Tratado de Geología* de Albert de Lapparent (1839-1908), con el objeto de seguir la clasificación de Ferdinand Fouqué (1828-1904) y Michel Lévy (1809-1872) contenida en la obra *Minéralogie micrographique. Roches éruptives françaises* (1879); con su publicación quedó manifiesta la importancia que la aplicación del microscopio tenía para el estudio de los elementos constitutivos de las rocas cristalinas. Hubo también un interés real en la popularización del proceso de análisis, que aunque de reciente invención, tenía un lugar en la ciencia por los considerables servicios prestados. Permitió sustituir el convenio de precisión y establecer la clasificación de las rocas sobre una base sólida, como lo aclaró Fouqué: "es en efecto digno de llamar la atención por los nuevos

horizontes que abre sobre la formación de las rocas cristalinas, aun sobre otros tantos misterios, lo que ha sido uno de los deseos de la Geología.”¹⁹⁶

El total de trabajos elaborados por la Comisión Geológica fue de veintidós, mismos que constituyeron la base para la formación del “Bosquejo de una Carta Geológica de la República.” Quedaron compilados en un catálogo que fue terminado en el mes de abril de 1889,¹⁹⁷ con el que se buscaba también proporcionar un mercado en Europa de los metales de zinc y plomo, abundantes en México.

Además, Del Castillo tuvo el encargo de examinar los trabajos de las cartas geológicas extranjeras y las aplicaciones industriales de esa ciencia; estudiar la organización de los institutos científicos europeos, lo cual debía quedar sistematizado en una memoria, con la idea de que dichas observaciones sirvieran para la posterior inauguración del Instituto Geológico de México, y acompañadas de un presupuesto aproximado para la conclusión de las litografías de cartas y planos, fotograbados de vistas y paisajes geológicos que completaran y perfeccionaran los trabajos de la Comisión Geológica.¹⁹⁸

El jefe de la comisión debía “abrir un mercado provechoso para las minas de México, dando salida a sus productos de poco valor pero, muy abundantes, de algunos de sus distritos minerales próximos a las líneas de ferrocarriles o a sus costas” y realizar el estudio práctico de las maquinarias y herramientas modernas para abrir pozos artesianos¹⁹⁹ a “grandes diámetros”, para utilizarlos en la inauguración de los trabajos prácticos de los ingenieros del Instituto Geológico de México “para la investigación de ello o capas de agua subterráneas brotantes, con objeto de proporcionar aguas de irrigación a los vastos y estériles suelos de los estados del norte” y también para que dichas maquinarias y herramientas pudieran servir en la investigación de las fuentes de gases naturales para combustible y alumbrado, “que en estos últimos tiempos se ha alcanzado en los Estados Unidos del Norte con grandes ferrerías y economía de alumbrado de ese país.”²⁰⁰

¹⁹⁶ Fouqué *et al.*, *Memoires*, 1879, pp. I-IV.

¹⁹⁷ AGN, Fomento, Exposiciones Extranjeras, caja 1, doc. 16, ff. 12, 100-100v y 114-114v (copia); AHPM, 1889, II, 234, doc. 5, ff. 5-9.

¹⁹⁸ AGN, Fomento, Exposiciones Extranjeras, caja 1, doc. 16, ff. 69-70 v; AHPM, 1889, II, 234, doc. 5, ff. 4-4v.

¹⁹⁹ AGN, Fomento, Exposiciones Extranjeras, caja 1, doc. 16, f. 69; Dupuis, *Alrededor*, 1904, p. 5. Se les llama pozos artesianos porque el más antiguo de Francia se encuentra en Artois. Se les practica valiéndose de sondas o taladros de minero, que se introducen en el suelo con ayuda de poderosas máquina, hasta que se encuentre un manantial subterráneo. El agua sale entonces por el agujero producto de la perforación. Son conocidos desde la más remota antigüedad y es el único medio de procurarse agua en las regiones donde no la hay. Estos pozos o fuentes de taladro no dan resultados más que allí donde existe una capa de terreno permeable (que el agua puede atravesar) entre dos impermeables (que el agua no puede atravesar).

²⁰⁰ AGN, Fomento, Exposiciones Extranjeras, caja 1, doc. 16, f. 69-70v.

Los trabajos fueron divididos en tres grupos: cartas y planos, planos topográficos y vistas y paisajes geológicos.²⁰¹ Lo más destacado quedó integrado dentro del primer grupo: 1. Bosquejo de una Carta General Geológica de la República; 2. Plano geológico de los criaderos de fierro de la Ferrería de la Encarnación; 3. Plano geológico del Peñón de los Baños donde se encontró el hombre fósil prehistórico; 4. Plano geológico de la extremidad Sur de la Sierrita de Guadalupe con criaderos de Hafta [*siz*] y surtido de gas carbónico; 5. Plano geológico de una parte oriental de la Sierrita de Guadalupe y 6. Carta general Minera de la República Mexicana, ya que por primera vez se confeccionaron cartas geológicas generales del territorio nacional.

Terminadas las cartas geológica y minera de México en abril de 1889, y con ello las tareas de la Comisión Geológica, los trabajos se conocieron por varias partes del mundo, pues fueron exhibidos en la Exposición Universal de París en el mismo año, en la Exposición de Minería y Metalurgia de Londres (1890), en la V sesión del CGI en Washington (1891) y en la Exposición Universal de Chicago (1893), la presentación en estos espacios se granjearon una medalla de oro, lo que sin duda legitimó la importancia del saber geológico y animó la puesta en marcha, de manera oficial, del Instituto Geológico en 1891.

Conclusiones

Durante tres siglos, de 1550 a 1850, México se posicionó como el principal productor de plata en el mundo. No obstante, las primeras décadas de vida independiente transcurrieron en medio de continuas guerras fratricidas entre los distintos grupos políticos, intervenciones e invasiones, aunque también surgieron instancias de importancia capital que buscaron articular la política económica con el estudio de la naturaleza y geografía mexicana, que incluía lo que estaba depositado en su suelo y subsuelo, de entre

²⁰¹ *Ibidem*, ff. 100-100v, 114-114v. *Planos topográficos*: 1. Plano de la Sierra mineral de Techachalco en que están las minas Preciosa y Huchá con las Maaras del rededor (Plano del mineral de Techachalco y de las Maaras de los alrededores); 2. Plano de los cráteres-lagos de los Distritos de San Andrés Chalchicomula, Estado de Puebla; 3. Plano de los criaderos de fierro magnético de la Ferrería de la Encarnación, Distrito de Zimapán, Estado de Hidalgo; 4. Plano de Texalucan. Colinas con restos de plantas fósiles fucoideas; 5. Plano de la región en que han caído los Meteoritos más notables de México con 3 reproducciones por el procedimiento de Nigrosina. *Vistas y paisajes geológicos*: 1. Atlas de los paisajes y maaras: (a) Alchichica, (b) San Miguel Tecuítlapa, (c) Paisaje de Texaluca, (d) Cañada Morelos, (e) Geiser de toba Caliza llamado Cuescomate en la Hacienda de Posada, (f) Maara de Alxoxuca, (g) Maara “La Preciosa”, (h) Maara Quecholaca, (i) Atexcaqui, (j) Xalapasco; 2. Vista al óleo: grupo de cráteres apagados entre la Hacienda de San Nicolás y San Isidro; 3. Vista al óleo de los cráteres de volcanes apagados de San Nicolás Xaltepec y Santa Catarina; 4. Vista al óleo de la cadena y montañas volcánicas al N. de la Hacienda de San Isidro; 5. Vista al temple de la Cadena de cráteres de volcanes apagados desde Santa Catarina a San Nicolás; 6. Vista de la caldera (cráter de volcán apagado) cerca de la Hacienda de San Isidro; 7. Vista al lápiz del cerro del Convento (criadero aurífero) en Tetela del Oro; 8. Vista del Cerro de Ometepec al E. de Tetela del Oro (pizarra caliza con Ammonitas); 9. Vista de una capa metalífera en la entrada a la labor de la mina del Teposan (criaderos de capas metalíferas extratificadas); 10. Vista de extratificación discordante de capas de pizarra en un corte del Ferrocarril Central Kil. 72, Tula y 11. Vista de un corte natural de basalto en lajas. Cerro del Peñón de los Baños.

éstas la más importante fue el Ministerio de Fomento, fundado en 1853, dado el desarrollo de los distintos ramos de la administración pública y la necesidad de contar con una dependencia especial que tuviera bajo su exclusivo cargo el avance de las ciencias y su conexión con la industria.

La importancia del Ministerio de Fomento precisaba a un funcionario que fuera hábil político, hombre de ciencia, experto y sobre todo, buen ciudadano; éstos atributos llevaron a Joaquín Velázquez de León a desempeñar el cargo de primer ministro. Durante su administración se llevaron a cabo varias acciones orientadas al impulso del progreso material, algunas con éxito y otras quedaron en proyecto.

A partir de 1860, la actividad minera alcanzó un desarrollo importante mediante la diversificación de minerales de uso industrial, toda vez que hubo una dependencia muy fuerte del recurso natural; derivado de ese interés llegaron del extranjero diversas comisiones de exploración científica con la idea de estudiar e invertir en los recursos no renovables. Sin duda, la presencia de viajeros y hombres de ciencia, en misiones exploración y de comercio enriquecieron el conocimiento científico de la naturaleza mexicana. También se dieron por parte de particulares y del gobierno mexicano los primeros pasos para la organización de empresas formadas con ese mismo espíritu, que se sumaban a la tradición intelectual centenaria en esos quehaceres.

Sería a partir de la década de 1880 durante el porfiriato, cuando el escenario se presentó más viable para el despegue económico. Fue un periodo caracterizado por un clima de relativa paz, de impulso a la política económica y de fomento gubernamental, que corrió en paralelo a la instrucción formal, lo que hizo posible la consolidación de una unidad legislativa, el tendido de caminos de fierro, la política de “puertas abiertas” a los inversionistas extranjeros y la centralidad en las instituciones educativas, de manera particular en la Escuela Nacional de Ingenieros de la Ciudad de México, toda vez que algunos de sus profesores, alumnos y egresados formaron parte de las numerosas comisiones científicas y de exploración organizadas por la Secretaría de Fomento.

De esa manera, se experimentó el funcionamiento recíproco entre la práctica del sistema educativo y la política económica de reconocimiento territorial y de exploración y explotación de los recursos naturales efectuada por los gobiernos federal y estatal, a través de la formación de los técnicos y científicos especializados que formarían parte de esas empresas científicas y del aparato burocrático.

Los ingenieros científicos fueron un grupo selecto de la elite que formó parte de la comunidad científica mexicana e internacional. Se trató de actores cosmopolitas que habían estudiado en Europa o Estados Unidos, con frecuencia acudían a las exposiciones universales y a los congresos científicos celebrados tanto en México como en el extranjero; fueron gestores de las políticas públicas y la

legislación; expertos en las diferentes disciplinas que promovieron así como de diversas instituciones científicas que fundaron y consolidaron, muchas de las cuales siguen fieles hasta hoy a su propósito fundacional, como la Escuela de Ingenieros (hoy Facultad de Ingeniería) y el Instituto de Geología de la UNAM. En suma, se trató de una selecta minoría cercana al régimen del que supo cabildar recursos para realizar su función social como hombres de ciencia.

En lo que concierne a las instancias gubernamentales, el Ministerio y Secretaría de Fomento fueron los espacios donde más desarrollo profesional encontraron los ingenieros científicos, a la par que algunos complementaban su quehacer con labores de enseñanza e investigación. En este marco las ciencias geológicas encontraron su punto álgido en la administración del general Carlos Pacheco, cuya política se caracterizó por la centralización y la transformación industrial del Estado-Nación, rasgo evidenciado en el vigoroso impulso al reconocimiento del territorio y sus recursos mediante el financiamiento de comisiones de exploración, la uniformidad legislativa y la institucionalización científica.

En términos generales las comisiones científicas funcionaron como un brazo ejecutor de la política desde el centro, es decir, desde la Secretaría de Fomento. Se crearon para reconocer el territorio y sus riquezas naturales, de allí que de las décadas de 1870 a 1890 sea considerado el periodo más pujante de su existencia; así lo demuestra el afanoso inventario que estos hombres hicieron de la riqueza natural y mineral a través de la amplia gama de objetos de investigación que abordaron. Asimismo, revelan por un lado, la factura de productos científicos novedosos que realizaron, entre ellos los informes, investigaciones y especialmente los mapas geológico y minero y por otro lado, uno de los orígenes tempranos del servicio geológico federal con la figura de 'comisionado especial'.

Fue durante el porfiriato cuando el maridaje entre de la nueva política económica y la política científica junto con las iniciativas personales de los hombres de ciencia, hizo posible delinear la configuración de un Estado nacional proyectado a centralizar el control y promoción de los recursos naturales y consolidar proyectos científicos y productivos. En este lapso se creó la Comisión para la Carta Geológica que se transformó en el servicio geológico federal, lo que evidenció que las ingenierías de minas y civil fueron las carrera técnicas que consolidaron su institucionalización en las postrimerías del siglo XIX.

SEGUNDA PARTE

El Instituto Geológico de México como dependencia de gobierno

III.

El Instituto Geológico de México de la
Secretaría de Fomento, Colonización,
Industria y Comercio (1891-1917)

En materia de ciencias no hay patria ni nación particular para cada rincón de la tierra; todos somos habitantes de este pequeño edificio esférico; y, ya que no sea posible el que todos los hombres hablemos una misma lengua, como sería de desear, procuremos al menos los naturalistas entendernos unos con otros, empleando una especie de lengua franca para la designación de los fenómenos naturales.

Joaquín Ezquerro del Bayo (1847)

En el libro maravilloso que es la Tierra, el naturalista, el geólogo-paleontólogo, ha ido encontrando una vez más restos casi informes; en ocasiones ejemplares perfectos por su conservación, de seres vegetales o animales; y cada uno de esos descubrimientos, cada uno de esos hallazgos han venido a convertirse en una página de otro libro más maravilloso aun: el de la vida.

Andrés Aldasoro (1906)

En términos económicos, luego del término del régimen colonial y los primeros seis decenios independientes en crisis, en el porfiriato la minería vivió un nuevo auge, valorado como el despegue postcolonial de la actividad productiva. Por ello se requería de una inversión en la explotación de los recursos agropecuarios y naturales, y en este caso los metales eran prioritarios, pues se sabía de su existencia pero faltaba su ubicación exacta y la inversión en la minería.¹

Para el bienio de 1896-1897 la producción de oro en México había tenido un aumento originado en el mejoramiento del método de beneficio del mineral de plata, en el cual se encontraba oro. Sin embargo, expresaba Ordóñez, las dificultades de comunicación para llegar a dichos depósitos eran de importancia y, “mientras no se hayan vencido, México no ocupará la posición que le corresponde como país productor de oro”; las minas más ricas de este metal se encontraban hacia el declive del Pacífico en los estados de Sonora, Sinaloa, Jalisco y Durango y en los territorios de Baja California y Tepic, así como en la cadena de montañas “que puede considerarse como una extensión de la Sierra Nevada”.²

Otro de los minerales depositados en suelo mexicano y de valor creciente era el cobre dada su demanda para uso de las industrias y artes, para la construcción de buques de guerra y mercantes y la industria eléctrica. En México se le podía encontrar “en grandes masas”, y de manera abundante en Sonora, Sinaloa y otros estados del Pacífico. La configuración geológica de Sonora, como lo decía acertadamente el ingeniero francés M. Michel, consiste en una “colosal sucesión de capas minerales integradas en todas las formas” capaces de abastecer al universo.³ Con las riquezas depositadas en el subsuelo, el estímulo del gobierno federal y la cooperación del gobierno local, se auguraba el éxito.⁴

A nivel mundial, la producción del carbón no era ya suficiente y obligaba a buscar otra clase de combustible económico. En el México finisecular, el carbón de piedra o coque había aumentado su importación debido al número de empresas industriales nuevas y que “a causa de la escasez de leña, se [veían] obligadas” a emplearlo en sus fábricas. [Mientras que] en los ferrocarriles se usa casi exclusivamente panes de carbón comprimido en vez de leña”.⁵ En este tenor, la importancia que había cobrado la exploración de otros combustibles fósiles, como el petróleo, hacía urgente la necesidad de

¹ Cf. Bernstein, *Mexican*, 1964, 412 p.; González Casanovas *et al.*, *Minería*, 1994, 174 p.

² Ordóñez, “Note”, 1898, pp. 217-240; Velasco Ávila *et al.*, *Estado*, 1988, pp. 254-285.

³ *Boletín Mensual*, julio, 1899, pp. 863.

⁴ *Boletín Mensual*, noviembre, 1899, p. 725, los principales productos importados en México eran maquinaria, tejidos de algodón, hierro y acero, vinos y licores, tejidos de lana, papel y sus manufacturas y fibras textiles. En tanto que los productos exportados eran plata, henequén, oro, café, ganado, plomo, cobre, cuero, maderas preciosas y raíz de zacatón.

⁵ *Boletín Mensual*, julio, 1899, pp. 534-535. México importó carbón de Estados Unidos, éste enviaba más del 50 por ciento del total; Gran Bretaña, 33 por ciento y el resto los suministraban Australia, Bélgica y Alemania.

explorar el territorio nacional pues para estas fechas se sospechaba de la existencia de grandes depósitos cerca de Puebla y en otras porciones del territorio.⁶

Así, a finales del siglo XIX, México ocupaba a nivel mundial el segundo lugar entre los productores de plata, el cuarto en oro, el quinto en plomo y sexto en cobre.⁷ La economía nacional se abría paso a la explotación de otros metales industriales, como antimonio, hierro, mercurio, azufre, carbón de piedra, y de piedras preciosas y materiales de construcción, como ónix, mármoles y ópalos, lo que en palabra de Díaz era “una nueva época minera que se abre en México”.⁸

En este capítulo se analizan los fines para los que fue creado por decreto oficial el servicio geológico permanente de la República Mexicana en 1888, el Instituto Geológico de México o Instituto Geológico Nacional, como se le denominó indistintamente y el cual comenzó a operar en 1891 bajo la dirección del ingeniero Antonio del Castillo.⁹ El objetivo es mostrar las actividades a las que se dedicó el Instituto Geológico en el lapso de 26 años, de 1891 a 1917, mientras permaneció bajo el patrocinio de la Dirección de Minas y Petróleo de la Secretaría de Fomento.

En los primeros años sus actividades estuvieron constreñidas a la preparación de materiales cartográficos útiles para la exploración de los recursos extractivos que se realizarían en años sucesivos, enfatizándose sobre todo en los estudios geológico-mineros de los distritos mineros más importantes y de los yacimientos petrolíferos, así como en el estudio de los fenómenos sismológicos mediante la creación en 1910 de la Red Sismológica Nacional, sujeta al Instituto Geológico de México.

En este tenor, se argumenta la relación intrínseca entre el crecimiento y la crisis minera y el desarrollo de las ciencias geológicas. Para abundar en esto último, se mostrará el peso que ha tenido la minería mexicana en la historia científica e institucional de nuestro país, dado que de la estabilidad económica (que descansó especialmente en la minería y después el petróleo y otros combustibles fósiles) dependió el desarrollo institucional de la cultura científica. La fundación del Instituto Geológico coincidió con la política de “puertas abiertas” al capital extranjero, principalmente en los ferrocarriles, las minas y el petróleo; así pues, el correlato de la política económica fue la imposición

⁶ *Ibidem*, p. 86. Según datos estadísticos de 1899 la producción anual de petróleo en los Estados Unidos era de 2,500,000,000 galones, Rusia, 3,250,000,000 y el resto era producido en Austria, Sumatra, Java, Canadá, Rumania, India, Japón, Alemania, Perú e Italia. Aunque la producción de petróleo crudo era casi igual en los Estados Unidos y Rusia, la cantidad de aceite refinado para alumbrar que producía el primero era casi el doble.

⁷ *Ibidem*, p. 726.

⁸ *Ibidem*, pp. 910-911.

⁹ Flores, “Alocución”, 1941, p. 5.

de una política científica de corte utilitario en la que se incluyó la creación del servicio geológico permanente dedicado a la evaluación, promoción y estudio de las riquezas minerales de México por manos expertas, cosmopolitas y reconocidas en los ámbitos local e internacional.

Las cuatro personalidades más destacadas de los primeros años de la geología institucionalizada en México fueron los ingenieros Antonio del Castillo Patiño (1820-1895), José Guadalupe Aguilera Serrano (1857-1941), Ezequiel Ordóñez Aguilar (1867-1950)¹⁰ y Juan de Dios Villarello Soto Carrillo (1869-1943). Todos en algún momento directores del Instituto Geológico de México y miembros de la elite científica, política y empresarial porfiriana.

1. LOS SERVICIOS GEOLÓGICOS

Durante el primer tercio del siglo XIX en los países más desarrollados económicamente y con vocación expansionista se fundaron los primeros institutos geológicos (*geological survey*), dada la influencia de la Revolución Industrial que impulsó la búsqueda de minerales industriales y de fuentes de energía (combustibles fósiles, carbón y petróleo), bajo el dominio del Estado.¹¹

La creación de un servicio federal había sucedido en latitudes tan distantes como Inglaterra y Alemania y tan cercanas como los Estados Unidos desde las primeras décadas del siglo XIX, multiplicándose rápidamente por todo el orbe.¹² Se trató de organizaciones gubernamentales, generalmente sujetas al ámbito nacional, que tuvieron como objetivos centrales la generación de infraestructura para las ciencias geológicas, especialmente la realización de la cartografía orientada a la

¹⁰ Aunque don Ezequiel Ordóñez es un personaje por muchos conocido, es preciso señalar que nació el 10 de abril de 1867 en San Nicolás Peralta, Estado de México y murió en la Ciudad de México el 8 de febrero de 1950. Su instrucción básica la realizó en Pachuca y a los 14 años, en 1881, ingresó a la Escuela Nacional Preparatoria dirigida por el destacado naturalista Alfonso Herrera (1838-1901). Después se matriculó en la Escuela Nacional de Ingenieros, presidida por el geólogo Antonio del Castillo. En esa institución obtuvo el título de Ingeniero topógrafo e hidrógrafo el 23 de mayo de 1893; fungió como conservador de los gabinetes de mineralogía, geología y paleontología, también fue ayudante de profesor en dichas clases entre 1887 y 1888, siendo aun estudiante de los primeros años de la carrera, y sustituto y profesor de los cursos en 1890. Su labor docente la continuó en 1933, luego de su retiro de las actividades petroleras, impartiendo los cursos de geología física y geología petrolera en la Escuela de Ingeniería de la UNAM.

¹¹ Cf. Secord, "Geological", 1986, pp. 223-275; Flett, *First*, 1937; Bailey, *Geological*, 1952; O'Connor *et al.*, "Specialization", 1976, pp. 77-89; Boscoe, "Insanities", 2003, pp. 291-308; Calvo, "Contribución", 2008, p. 18; Catalá Gorgues *et al.*, "Like", 2011, pp. 1-32; Eyles, "First", 1950, pp. 373-382; Bentz, "History", 1947, pp. 169-177.

¹² Archivo Histórico de la Universidad Nacional Autónoma de México (AHUNAM en adelante), Instituto de Geología, caja 73, exp. 613, ff. 7-10; Figueirôa, *Ciências*, 1997, p. 148; cf. Guntau, "Emergence", 1978, p. 280-290, constata que el servicio geológico prusiano siempre fue parte del Estado, participó en la política colonial anterior a la Primera Guerra Mundial y a la preparación e implementación de la Segunda Guerra Mundial.

investigación de la riqueza mineral, de recursos geológicos y a la generación de informes expertos, precisos y asépticos (véase tabla 3.1).¹³

Stephen P. Turner clasifica a los *geological surveys* como uno de los primeros pasos en la evolución de las formas institucionales del gobierno en el financiamiento de investigación científica bajo la categoría de “patronato” e identificando como uno de sus principales promotores “el deseo de hombres con intereses científicos de hacer carreras por sí mismos”. Los *geological surveys* fueron estructuras que se originaron de un único geólogo contratado por el gobierno estatal para desempeñar ciertas funciones y realizar determinados trabajos considerados de interés.¹⁴

Por su parte, Silvia Figueirôa señala que “los geological surveys o servicios geológicos, son casi una marca registrada del desarrollo institucional de las ciencias geológicas en el mundo durante el siglo XIX, principalmente en virtud de la consagración de la cartografía geológica como una forma especial de hacer investigación científica en geología y de presentar sus resultados”.¹⁵

En Gran Bretaña, el *geological survey* significó un marco de profesionalización para los hombres de ciencia. Secort muestra como Henry de la Beche, que dirigió el servicio geológico desde su creación hasta su muerte en 1851, consiguió simultáneamente desarrollar una “escuela de investigación” en paleogeografía y atender las intensas demandas sociales planteadas por la amplia reforma de la sociedad victoriana asociando el trabajo del *geological survey* al servicio sanitario, con el fin de auxiliar a la identificación de ambientes “geológicamente salubres”.¹⁶

Un rasgo común en todos los servicios geológicos fue el acentuado carácter práctico y de aplicación del trabajo científico realizado que no impidió contribuciones teóricas a la ciencia. En Hungría uno de los principales trabajos fue el levantamiento cartográfico de suelos adecuados para la viticultura, mientras que en Francia tuvo como objetivo presentar datos que pudieran interesar a la industria y a la agricultura.

¹³ Calvo, “Contribución”, 2008, p. 18.

¹⁴ En 1832 en Inglaterra se fundó el primer *geological survey*. Turner, “Survey”, 1987, pp. 282-330; Figueirôa, “Geological”, 2007, pp. 152-153. Cf. Winchester, *Mapa*, 2004.

¹⁵ Figueirôa, *Ciências*, 1997, p. 148.

¹⁶ Figueirôa, *Ciências*, 1997, pp. 148-149; cf. Bate, “Henry”, 2010, pp. 149-165.

TABLA 3.1
SERVICIOS GEOLÓGICOS EN EL MUNDO CON LA INDICACIÓN
DE LA FECHA DE CREACIÓN

País	Primer director-fundador	Fecha
Gran Bretaña	Henry Thomas de la Beche (1796-1855)	1835
Canadá	William Edmon Logan (1798-1875)	1842
Irlanda	Sir Henry James (1828-1911)	1845
Austria	Wilhelm von Haidinger (1795-1871)	1849
España	Fermin de Arteta y Sesma (1796-1880)	1849
India	John McClelland (1800-1883)	1851
Portugal	Joaquim Felipe Neri Delgado (1844-1908)	1852
Suecia	Axel Joachim Erdmann (1814-1869)	1859
Noruega		1858
Italia	Giuseppe Meneghini (1811-1889)	1867
Francia	Jean Baptiste Élie de Beaumont (1798-1874)	1868
Hungría	Miksa Hantken (1821-1893)	1869
Sajonia		1872
Suiza		1872
Prusia-Alemania	Wilhem Hauchecorne (1828-1900)	1873
EUA ¹⁷	Clarence R. King (1842-1901)	1879
Japón	Tsunashiro Wada (1856-1920)	1882
Rusia	Grigory Helmersen (1803-1884)	1883
Rumania		1882
Finlandia		1885
México	Antonio del Castillo (1820-1895)	1886
Dinamarca		1888
Bélgica		1896
Perú		1902
Argentina		1904
Brasil	Orville Adelbert Derby (1851-1915)	1907
China	Wenjiang Ding (1887-1936)	1911
Colombia		1916

Fuente: Haas, *Geology*, 2012, p. XI; Calvo, “Contribución”, 2008, p. 118; Figueirôa, *Ciências*, 1997, p. 148.

En Estados Unidos los *geological surveys* estaban encargados de realizar los levantamientos topográficos, análisis de suelos y los respectivos mapas de rocas, suelos y yacimientos minerales, asociados íntimamente a las políticas de ocupación y exploración económica de los territorios conquistados en el oeste, principalmente con fines agrícolas y mineros.¹⁸ Estos organismos estuvieron ligados a un movimiento civil más amplio, que reivindicaba mejoras internas en cada estado, por ejemplo, los geólogos intervinieron en la valorización y “clasificación de tierras nacionales”, en

¹⁷ Véase lista de directores en http://usgs.gov/aboutusgs/who_we_are/directors.asp, consultado el 14 de marzo de 2012.

¹⁸ Figueirôa, *Ciências*, 1997, pp. 148-149. El primer *geological survey* norteamericano fue establecido en Carolina del Norte en 1824, sirviendo de modelo a los demás que se fueron creando a lo largo del siglo XIX, por ejemplo, el *U.S. Geological Survey* federal fundado el 4 de marzo de 1879.

función de los recursos naturales que contenían dictaminaban la porción que debía venderse y la que debía reservarse. Esas instituciones fueron de tal importancia para el desarrollo de las ciencias geológicas al punto que Aldrich afirma que no es posible escribir la historia de la geología norteamericana sin incluir los *geological surveys*.

El modelo norteamericano fue seguido en algunos estados latinoamericanos, para el caso de Brasil fue importado en su totalidad, en cuanto a los aspectos estructurales, organizacionales y en los objetivos que los científicos perseguían.¹⁹ Igualmente, dicho modelo permeó en la creación del primer servicio federal en México, el Instituto Geológico Nacional, que enfatizó en el estudio y exploración de los recursos minerales, quedando la agricultura y repartimiento de tierras dentro de las funciones de otras entidades, como la Comisión Científica de Sonora y otras emanadas de la Secretaría de Fomento.

Para el ingeniero Trinidad Paredes, la importante función de los *geological survey* estadounidenses radicaba en el amplio desarrollo que habían alcanzado y que había permitido a los geólogos estatales anticiparse a los exploradores particulares:²⁰

Los datos obtenidos por ese servicio geológico oficial han sido de gran valía al Gobierno Federal, no solamente para la legislación apropiada al desarrollo armónico de las riquezas minerales, sino también para acudir a las fuentes de abastecimiento ya estudiadas, a fin de aprovechar esas riquezas de acuerdo con las circunstancias, en beneficio de la nación, especialmente en casos de guerra.²¹

En el último tercio del siglo XIX, en México se organizaron diversos trabajos por los gobiernos estatales, como la Comisión Geológica del Estado de México (1875), por las asociaciones científicas y por la Secretaría de Fomento, con un marcado interés en los recursos minerales, que en conjunto sirvieron de antecedente para la puesta en marcha del Instituto Geológico.

En este tenor, para 1886, cuando la Comisión Geológica Mexicana fuera proyectada, diversos países ya contaban con sus respectivos servicios geológicos. Los argumentos de los geólogos mexicanos radicaban en que no había un país bien organizado que no estuviera dotado de una institución análoga a la creada en Inglaterra.

De tal manera, que la puesta en vigor de una instancia dedicada a realizar el registro geológico minero del territorio mexicano comenzaba con cierto retardo, situación patente para el gobierno de Porfirio Díaz y para la elite científica mexicana. Fue así que el gobierno mexicano convencido de las

¹⁹ *Ibidem*, p. 150.

²⁰ Paredes, "Instituto", 1917, p. 473.

²¹ Santillán, *Annuario*, 1933, p. 46.

ventajas que para el México minero traería el estudio sistematizado y detallado del suelo, decretó el 25 de diciembre de 1888 la creación de un Instituto Geológico.²²

Así pues, fue en el porfiriato cuando por primera vez en la historia de México se articularon los mecanismos para el despegue económico, tales como la sanidad en el fisco, la política diplomática, la apertura económica a capitales extranjeros para las inversiones, la uniformidad legislativa, comercial y fiscal, la injerencia estatal en la localización de las riquezas naturales y en la enseñanza media y superior, que derivó en la centralización de un Estado nacional fuerte.

2. PROYECTO PARA LA FUNDACIÓN DE UN INSTITUTO GEOLÓGICO: EL PRIMER INTENTO (1882)

En el México porfiriano se fundaron diversos espacios que dieron cabida a la cultura científica y técnica nacional; el gran avance, sin duda, fue la fundación de los ambiciosos institutos de investigación, el Instituto Médico²³ y el Instituto Geológico en 1888.²⁴

Para México, país rico en recursos naturales, era necesario integrar la evaluación de los mismos para después promocionarlos para su exportación. Los mecanismos para el desarrollo estuvieron orientados a la formación de especialistas a través de los estudios profesionales que incluyeran la enseñanza de la mineralogía, geología, paleontología y litología,²⁵ de una red de comunicaciones ferroviarias, la ubicación de yacimientos carboníferos, de mantos acuíferos para uso potable y agrícola, la expansión del comercio exterior y la variación de los cultivos y las industrias.²⁶ Esta riqueza natural y mineral fue exhibida en las Exposiciones Universales a las que México y su comunidad científica se dio cita, fungiendo como escaparates donde ofertar los recursos naturales y las materias primas que contenía el suelo patrio.

Para conocer las actividades el Instituto Geológico de México es necesario remitirse a algunos antecedentes que señalaron su pauta y éstos fueron los trabajos proyectados en un inicio por el

²² Aguilera, "Instituto", 1899, p. 66.

²³ cf. Saldaña, "Introducción", 2005, pp. 9-33; Cuevas *et al.*, "Instituto", 2005, pp. 218-256; Azuela, "Instituto", 1995, pp. 359-372.

²⁴ Algunos otros institutos fundados durante el porfiriato fueron el Instituto Patológico, la Comisión de Parasitología Agrícola y dentro de los institutos particulares, el Instituto de Electricidad Médica dirigido por el Dr. Roberto Jofre Galindo y Villa, *Reseña*, 1901, p. 69.

²⁵ *Ley de Instrucción*, 1883, p. 3. El artículo 1 del reglamento de ley indicaba que todos los asuntos, instituciones y establecimientos de propaganda y enseñanza agrícola y de minería, dependerían de la Secretaría de Fomento. Cf. Vaccari, "Mining", 2009, pp. 35-41.

²⁶ Blanco *et al.*, "Ministerio", 2011, p. 75.

ingeniero Antonio del Castillo, entonces director de la Escuela Nacional de Ingenieros y profesor de los cursos de mineralogía, geología, paleontología y química. Estos trabajos estarían abocados fundamentalmente a la construcción de mapas que ofrecerían una idea más fidedigna de los filones minerales, la antigüedad de las rocas y su tipo, así como su distribución en la geografía nacional. Para la construcción de estos productos eran imprescindibles la frecuente organización de expediciones al campo y de estudios de gabinete, ambos de visos científicos e industriales y, sobre todo, obtener el auspicio gubernamental, es decir, los recursos propios para un espacio *ad hoc*.

Hasta el momento la petición más temprana que hemos rastreado para fundar un Instituto Geológico en México data de 1882, cuando Antonio del Castillo elaboró un proyecto para su fundación,²⁷ toda vez que la geología y sus ramas avanzaban con creces las que “manifestarán la utilidad y harán que se cultiven con más afán estas ciencias, fuente de riqueza de las naciones, que hasta ahora se han mirado por la generalidad con indiferencia”. Éstos saberes estaban en directa conexión con los servicios útiles que hiciera a las industrias y por ello era preciso su desarrollo.²⁸

En mayo de 1882, Del Castillo envió un memorándum a su amigo y compadre, el general Pacheco, secretario de Fomento, en el que le anunciaba que “ya existen en los salones de la casa de la Dirección de Minería, todos los materiales reunidos y ordenados, es decir, las grandes colecciones de rocas, de fósiles y de minerales; planos, perfiles y acopio de fotografías; de dibujos y de litografías de los fósiles animales o vegetales, que se han encontrado hasta ahora y que representan la paleontología mexicana; así como su flora fósil que ha producido el carbón de piedra”.²⁹

Los trabajos que con esos materiales se iban a realizar, expresó Del Castillo, eran el bosquejo de la Carta general geológica de la República; cartas mineras geológicas de los más importantes minerales o distritos minerales del país; una carta carbonífera de la República; cortes geológicos longitudinal y transversal de todo el territorio de la República; una memoria sobre la estadística mineral del país y un atlas de la paleontología mexicana, de los cuales se carecía.

Estos productos estaban orientados a conocer la “riqueza pública, constituida en gran parte por la riqueza mineral; para el conocimiento del trazo y trayecto de las grandes líneas de ferrocarriles y para dar a conocer en Europa la minería, la geología y la paleontología mexicanas”. Trabajos todos ellos, “importantes unos para el país; y nuevos otros para la ciencia”.³⁰

²⁷ Acervo Histórico del Palacio de Minería (AHPM en adelante), 1882, IV, 218, doc. 1, f. 1.

²⁸ AHPM, 1882, IV, 218, doc. 26, f. 2.

²⁹ AHPM, 1882, IV, 218, doc. 1, ff. 3-4.

³⁰ *Idem*.

Con lo anterior, Del Castillo buscaba probar que la casa de la Dirección de Minería habitada por él, era “verdaderamente la oficina en que se están ejecutando con método, orden y con los objetos a la vista de colecciones ya ordenadas y clasificadas, ocupando los tres salones principales de la casa, que tienen la luz y el espacio que se sugieren para su estudio y revisión y para la ejecución de tales trabajos por su naturaleza misma”, además, otra ventaja era su contigüidad con la Escuela Nacional de Ingenieros.³¹

Todo parece indicar que el proyecto contó con la venia de Carlos Pacheco, pues Del Castillo, como ingeniero en jefe, quedó facultado para elegir a dos de los ingenieros topógrafos sujetos a la Secretaría de Fomento que estaban ocupados en la formación de cartas geográficas parciales, para integrarse a las dos secciones que levantarían las cartas geodésicas y topográficas y la formación de las carboníferas y geológico-mineras, cargándose los sueldos y gastos de estas secciones a la partida asignada por el presupuesto de las Escuelas de Ingenieros y Agricultura para su ejecución.³²

En el proyecto, las dotaciones del Cuerpo de Ingenieros del Instituto Geológico y los gastos de expedición fueron de 4,000 pesos, distribuidos de la siguiente manera: 500 pesos para el director ingeniero en jefe durante las expediciones, que debía ser minero, geólogo y paleontologista; 800 pesos para dos ingenieros de minas geólogos, o geógrafos o litologistas [*sic*] y mineralogistas; 400 pesos para un ingeniero metalurgista; 600 pesos para dos ingenieros topógrafos, dibujantes, para las cartas parciales de detalles; 200 pesos para el dibujante y fotógrafo; 300 pesos para un secretario contador y encargado de coleccionar y ordenar los datos de la estadística mineral y 1, 200 pesos para gastos de expediciones. Dichas dotaciones se reducirían a la mitad durante el tiempo de los trabajos de gabinete y la redacción de las memorias.

Asimismo, en el proyecto se adjuntó una “calca de la carta de este género que comprende la parte austral metalífera de la Península de la Baja California y para dar una idea de las mismas que formarán el Atlas Paleontológico Mexicano se acompañó de dos láminas ya litografiadas de las familias de los perezosos y de los carniceros fósiles que componen parte de la fauna cuaternaria de los grandes valles de México [*sic*], otra lámina, pero en dibujo, de la flora fósil más característica del terreno carbonífero de Tecomatlán y Olomatlán (Puebla) y otras seis también en dibujos de los fósiles, moluscos, característicos de la gran formación cretácea de San Juan de Raya en Puebla”.³³

³¹ AHPM, 1882, II, doc. 66, f. 167.

³² *Ibidem*, ff. 1v-2.

³³ *Ibidem*, f. 2v.

No obstante, pese a los deseos de Del Castillo y al apoyo de Pacheco, desde junio de 1882 la Secretaría de Fomento preparaba su mudanza de la Cámara de Diputados al edificio de Minería justamente en la casa del director. En vista de ello, los materiales y objetos del Departamento del Instituto Geológico se trasladaron en septiembre de 1882 a

un salón que no tiene las condiciones que se necesitan para la continuación de los trabajos, y en él se acumularon los objetos en desorden, al dar cumplimiento al acuerdo de la desocupación de la casa; y de donde se tienen que remover, por que se va a ocupar por el Ministerio de Fomento, y se va a pasar a otro salón que se va a componer, anexo a los [salones] de Mineralogía, Geología y Paleontología de la Escuela.³⁴

Este cambio interrumpió temporalmente los trabajos científicos que había iniciado el “Departamento del Instituto Geológico” bajo la guía de Antonio del Castillo, en calidad de ingeniero geólogo y quien había proyectado organizar al Cuerpo de Ingenieros auxiliares para el efecto, formularía su programa de trabajos, establecería su dirección y gabinetes de trabajo en la parte “más adecuada del edificio de Minería”, donde se reunirá todo lo que se haya acopiado de antemano con tal fin”.³⁵

Del Castillo expresó que a pesar de “la buena disposición en que se encuentra el C. Presidente para protegerlos, inspirado del interés con que ve dichos trabajos dirigidos especialmente a la conclusión de un bosquejo de la Carta geológica del país”³⁶ y los demás trabajos, la fundación del Instituto implicaba, según el gobierno, la necesidad de estudiar detenidamente el planteamiento, la organización y el personal que colaboraría en el Instituto, a través del examen de la estructura de los institutos geológicos europeos que hiciera más tarde Antonio del Castillo entre 1888 y 1891. Pero lo cierto era que las arcas del erario federal estaban endeble por la depreciación de la plata que habían provocado una gran crisis monetaria y mercantil entre los años de 1883-1886 y ante ese escenario resultaba imposible sufragar un gasto de esa naturaleza.³⁷

Incluso, la considerable depreciación que sufrió la plata en 1886 obligó a los poderes de la Unión a dictar medidas que dieran libre ensanche a la exploración de zonas mineras, facilidades al laboreo y al beneficio de los metales, y que aseguraran por determinado periodo de tiempo la

³⁴ AHPM, 1882, IV, doc. 1, ff- 4-4v; AHPM, 1882, II, doc. 66, f. 168.

³⁵ AHPM, 1882, IV, doc. 1, f. 5v.

³⁶ *Ibidem*, f. 1.

³⁷ *Crisis monetaria*, 1886, pp. 3-5. La necesidad de examinar la crisis monetaria acaecida en los primeros meses de 1886 obligó al ejecutivo a organizar comisiones nombradas por las Secretarías de Fomento, Hacienda y Gobernación para evaluarla en su origen, desarrollo y consecuencias. El Secretario de Fomento, por disposición del Presidente de la República, encomendó a empleados y personas competentes la formación de estudios técnicos especiales sobre minería, agricultura y depreciación de la plata.

propiedad de las mismas. Ese fue el origen de la Ley de 6 de junio de 1887, que tuvo tres principios capitales: “facilidad para adquirir, libertad para explotar y seguridad para retener”.³⁸

Así pues, a la malograda iniciativa de 1882 que hiciera Del Castillo, le siguió otra cuatro años más tarde cuando el secretario de Fomento Pacheco presentó ante el Congreso de la Unión el 26 de mayo de 1886 una petición para fundar el Instituto Geológico, concediéndosele en su lugar la formación de la Comisión Geológica Mexicana, de carácter temporal, que comenzó a laborar en marzo de 1888.³⁹ Sin embargo, para el 17 de diciembre de ese mismo año se obtuvo la autorización del Congreso de la Unión para la fundación del establecimiento y al día siguiente se emitió el decreto presidencial del Instituto Geológico Nacional, con vigencia a partir del 25 de diciembre de 1888 cuando fue publicado en el *Diario Oficial* de la Federación (véase imagen 3.1).⁴⁰

3. CREACIÓN Y MISIÓN DEL INSTITUTO GEOLÓGICO DE MÉXICO

La creación oficial del Instituto Geológico de México fue el 25 de diciembre de 1888, aunque comenzó sus funciones en 1891 al final de la administración del general Carlos Pacheco en Fomento. Incluso, cuando Pacheco renunció al cargo en marzo de 1891, el ingeniero científico Antonio del Castillo, director del Instituto fue propuesto para sustituirlo, aunque quedó en el cargo otro ilustre ingeniero, Manuel Fernández Leal.⁴¹

El establecimiento del Instituto Geológico iba aparejado al “consenso generalizado de las élites gobernantes sobre la conveniencia de promover el desarrollo de una industria nacional”.⁴² Además, tanto la Secretaría de Hacienda como la de Fomento consideraban que la verdadera fuente de riqueza de México residía en sus recursos naturales, entre ellos los minerales y los productos agrícolas,⁴³ a los que era necesario promover y buscar las rutas para su venta e inversión.

³⁸ *Comisión*, 1892, pp. 5-6.

³⁹ *Diario Oficial*, 1889, p. 3.

⁴⁰ Dublán, *Legislación*, t. XIX, 1890, p. 311; Aguilera, “Prólogo”, 1896, p.11; Gómez-Caballero, “Historia”, 2005, p. 149.

⁴¹ Cosío Villegas, *Historia*, 1955, p. 365. *El Hijo del Ahuizote*, publicó el 14 de junio de 1891 una terna para ocupar el cargo de ministro de Fomento, en ellas figuraron los nombres de Antonio del Castillo, Vicente Riva Palacio y Mariano Jiménez. En tanto que la terna para ocupar la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas estuvo integrada por Manuel Fernández Leal, Mariano Martínez de Castro y Francisco de P. Gochicoa.

⁴² Beatty, “Visiones”, 2003, p. 40.

⁴³ *Ibidem*, p. 41. En 1893 el gobierno porfirista puso en marcha una serie de políticas que buscaban proteger y promover la industria nacional. Estas incluían la revisión de tarifas de importación (1887, 1891); la creación de nuevas leyes de patente (1890, 1903) para estimular inversiones que traerían tecnología extranjera a México y la elaboración del programa de Nuevas Industrias (1893), el cual ofrecía subsidios indirectos para el desarrollo de nuevas industrias en el país.

SECRETARIA DE FOMENTO.

SECCION SEGUNDA.

Secretaría de Estado y del Despacho de Fomento, Colonización, Industria y Comercio de la República Mexicana.—Sección 4ª

El Presidente de la República se ha servido dirigirme el decreto que sigue:

"PORFIRIO DIAZ, Presidente constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, á sus habitantes, sabed:

"Que el Congreso de la Unión ha tenido á bien decretar lo siguiente:

"El Congreso de los Estados Unidos Mexicanos decreta:

"Artículo único. Se autoriza al Ejecutivo de la Unión para que proceda á establecer un Instituto Geológico, sujetando á la aprobación de la Cámara en el próximo Presupuesto de Egresos, las cantidades que juzgue necesarias al plantamiento, organización y personal del Instituto.—F. A. Vélez, diputado presi-

dente.—P. Díez Gutiérrez, senador presidente.—Rosendo Pineda, diputado secretario.—Enrique M. Rubio, senador secretario."

"Por tanto, mando se imprima, publique, circule y se le dé el debido cumplimiento.

"Dado en el Palacio del Poder Ejecutivo de la Unión, en México, á diez y siete de Diciembre de mil ochocientos ochenta y ocho.—Porfirio Díaz.—Al C. General Carlos Pacheco, Secretario de Estado y del Despacho de Fomento, Colonización, Industria y Comercio."

Y lo comunico á vd. para su inteligencia y demás fines.

Libertad y Constitución. México, Diciembre 18 de 1888.—Pacheco.—Al.

Imagen 3.1 Facsímil del *Diario Oficial* del 25 de diciembre de 1888, en donde se autoriza el establecimiento del Instituto Geológico Nacional. Fuentes: Enciso, "Creación", 1988, p. 42.

Pedro Díez Gutiérrez,⁴⁴ del grupo de los “científicos” fue uno de los senadores que sancionó a favor de la creación del Instituto Geológico de México y quien lamentaba el retraso del decreto dadas “[...] las condiciones naturales del país, cuyos mayores elementos de riqueza se encierran en sus numerosas y diversas zonas metalíferas, exigen por sí solas una protección preferente a aquellos estudios que deben perfeccionar y extender el conocimiento de esas mismas condiciones, complementando por el medio propuesto en la iniciativa de que se trata, el sistema de enseñanza de la Escuela de Ingenieros y Prácticas de Minas”.⁴⁵

Quedó rubricada la importancia de la geología, en tanto saber estratégico que guardaba estrechas ligas con la distribución de la riqueza mineral de México, desde el punto de vista geográfico y en relación con las provincias petrológicas, “cuyo estudio reviste gran importancia económica para el mejor conocimiento de las posibilidades de encontrar nuevos criaderos minerales”,⁴⁶ que el Instituto Geológico de México tendría a cargo a partir de 1891 cuando formalizó su existencia.⁴⁷

En el plantel habría un personal dedicado constantemente a estudios de gabinete y de laboratorio, donde se efectuarían los cálculos, los dibujos, los análisis y la clasificación de los fósiles y minerales, y que en palabras del ingeniero Gilberto Crespo y Martínez:

[...] vasto campo de investigaciones se presentará al Instituto, y tendrá material suficiente para redactar memorias interesantísimas, pero nosotros quisiéramos ver que el principal objeto de sus trabajos fuera el estudio detenido de los minerales ya conocidos en la República. El estudio geológico de nuestro territorio, un fin puramente especulativo es de recomendarse, la ciencia podrá adquirir nuevos descubrimientos y hallar numerosas comprobaciones de sus leyes, pero este estudio puramente especulativo, es propio de los países que se encuentran en su pleno desarrollo y que son ricos. Distintos fines deben perseguirse en este plantel, pues ante todo deben estudiarse con escrupulosidad los Distritos mineros que se trabajan, tanto para dar a conocer su verdadera importancia y porvenir, como porque en ellos el estudio será más sencillo [...]. El laboreo de las minas no es ya un arte empírico, la ciencia lo ha dotado con

⁴⁴ Zea, *Positivismo*, 1993, p. 401; Pedro Díez Gutiérrez originario del Valle del Maíz, San Luis Potosí fue hijo de Rafael Díez Gutiérrez y Agustina López Portillo, miembros de poderosas familias de terratenientes y mineros. Fue hermano de Carlos, quien tempranamente mostró aspiraciones políticas, estudió derecho y fue diputado en el Congreso de la Unión en el periodo de 1869-1871. Carlos ocupó el cargo, hasta su muerte en 1898, de gobernador del estado de San Luis Potosí, en el periodo de 1881 a 1885 lo alternó con Pedro, pues durante este lapso, Carlos, ahijado del general Carlos Pacheco por cierto, desempeñó la Secretaría de Gobernación. Asimismo, fue uno de los principales accionistas de la Compañía Carbonífera San Carlos S.A., cuyo objeto era la explotación del carbón de piedra y sus derivados. La compañía fue establecida el 17 de octubre de 1895, con la finalidad de abastecer al ferrocarril de combustible para las locomotoras. En agosto de 1889, Pedro Díez Gutiérrez, Felipe Muriedas y Blas Escontría, eran miembros del consejo de administración y accionistas de la Sociedad Anónima del Ferrocarril del Potrero al Cedral. Los hermanos Díez Gutiérrez fueron miembros del Partido Unión Liberal, junto con J. Sierra, M. M. Zamacona, S. Rocha, R. Pineda, P. Macedo, J.I. Limantour, F. Bulnes, V. Castañeda Nájera y E. Álvarez, en: Monroy Castillo *et al*, *San Luis Potosí*, 2011.

⁴⁵ Rubínovich *et al*, *Ezequiel*, 1998, p. 28; *Diario Oficial*, t. XIX, 1888, p. 2; Ordóñez, *Instituto*, 1946, p. 10.

⁴⁶ González Reyna, *Riqueza*, 1956, p. 6.

⁴⁷ AHUNAM, Instituto de Geología, caja 22, exp. 204, f. 34.

métodos y procedimientos rigurosos, y es tiempo de que éstos se apliquen en la República con todos los perfeccionamientos modernos.⁴⁸

El servicio esencial del Instituto Geológico fue brindar al público mexicano toda la información disponible sobre los recursos minerales del país, secundado por la labor de la Secretaría de Fomento y la Dirección de Minas y Petróleo. Su misión fue tripartita: la práctica o aplicada (agricultura e hidrografía), la educativa y la especulativa. Con la primera se buscó satisfacer la demanda creciente de información sobre la calidad, naturaleza y distribución de criaderos minerales, explotados o inexplorados, y suministrar dichos datos sin reservas, y estudiar la hidrología y los suelos del país. En ese sentido, el Instituto consignó los resultados de sus estudios y exploraciones geológicas en publicaciones económicas, de fácil distribución y oportunas para que siendo los estudios más rápidos, prácticos y concisos llegaran más fácilmente al capitalista, al industrial o al trabajador.

Los trabajos de geología aplicada, de mayor interés para los particulares y el gobierno, se centraron en las exploraciones, estudios y reconocimientos de los criaderos minerales, de oro y carbón mineral principalmente. Se formó la colección de minerales con un arreglo geográfico que ascendió a 2, 529 ejemplares. En cuanto a la agricultura, la investigación estuvo orientada al estudio de sustancias útiles en la actividad, como abonos y mejoradores del suelo, entre ellos margas, fosfatos, sulfato de cal, caliza, yeso, fertilizantes y la distribución de los suelos con miras a construir una *Carta Agronómica de México*.

En petrografía se hizo el estudio de las rocas colectadas desde el punto de vista de su composición mineralógica, sus condiciones particulares de yacimiento en el terreno y la determinación exacta de su procedencia. Además, se estableció un taller para la preparación de láminas delgadas para el estudio micrográfico de las rocas, formado por 661 ejemplares, mientras que la colección general de rocas alcanzó los 5, 529 especímenes. En la sección de paleontología y geología histórica se estudiaron los fósiles para la determinación de los sistemas y pisos estratigráficos, para el establecimiento de horizontes paleontológicos y estratigráficos que servirían para relacionar las formaciones, por ejemplo los mantos petrolíferos. La colección de fósiles ascendía a 4, 073 ejemplares.

Se proporcionó una colección de minerales al gobierno ruso, por disposición del general Porfirio Díaz en diciembre de 1891; se trasladaron las masas meteoríticas de Chihuahua y Zacatecas al vestíbulo de la Escuela Nacional de Ingenieros en 1893; se formó además una colección de minerales

⁴⁸ "Instituto Geológico", 1891, p. 63.

que había de exhibirse en la Exposición de Atlanta en agosto de 1895 y se clasificaron cuatro colecciones de minerales y rocas que la Secretaría de Fomento envió a los museos comerciales de algunos estados europeos.

En tanto que la parte educativa del Instituto consistió en complementar la enseñanza especializada de los jóvenes egresados de la Escuela Nacional de Ingenieros y de la Escuela Práctica de Minas de Pachuca a través de la selección de estudiantes con “decidida afición” por los estudios geológicos, quienes ya una vez formados y dotados de la disciplina intelectual podían colocarse como técnicos mineros o como industriales. La instrucción radicó principalmente en el adiestramiento en las ciencias y la práctica geológica y en la difusión de sus publicaciones.⁴⁹

Hubo también avances en geología básica, que consistieron en estudios especiales sobre fenómenos geológicos que servirían de base para las generalizaciones que preceden al deslinde, objeto de la carta geológica. En esta carta a detalle se mostraban las diferentes rocas constitutivas de las formaciones geológicas de suelo mexicano, anotándose las rocas, minerales y sustancias útiles con sus aplicaciones a la industria, así como los manantiales, pozos y corrientes de agua.

Así pues, desde su fundación se buscó poner en práctica el plan general de 1888, es decir el levantamiento de los mapas geológico y minero que pudieran servir para investigaciones futuras. El plan fue completándose hasta 1895, año en que se contó con un equipo científico técnico más amplio y con una mayor partida presupuestal, pero con un componente más práctico, habiéndose emprendido exploraciones, estudios de reconocimiento, tanto a criaderos de minerales metálicos, como no-metálicos, por ser la industria minera la principal y más productiva del país.⁵⁰

En este orden de ideas, cabe recordar que en 1893 el Instituto encaminó sus labores al descubrimiento de nuevas minas de oro, de carbón de hierro, de mercurio y de minerales que pudieran servir de abono en la agricultura, “sin perjuicio de los otros objetos de la institución”.⁵¹ De esa manera, el Instituto contribuiría en su función especulativa al dar a conocer los recursos mineros del país por medio de exploraciones a los terrenos auríferos y auro-argentíferos de la Sierra de Durango, los minerales de Mezquital del Oro, de la Yesca, de la serranía de Tepic, a la región aurífera que se encuentra al Norte del Estado de Guerrero y confina con el de Michoacán; a los de Chiapas,

⁴⁹ Ordóñez, “Discurso”, 1916, p. 444.

⁵⁰ Paredes, “Memoria”, 1920, p. 36; Paredes, “Instituto”, 1917, p. 479; Flores, “Alocución”, 1941, p. 2; Salazar Salinas, *Instituto*, 1929, p. 9.

⁵¹ Díaz, “Discurso”, 1893, p. 1.

Tabasco, Campeche y Yucatán para completar el estudio de su geología y a Nuevo Laredo, para examinar unos criaderos de oro recién descubiertos.⁵²

Pese a la legitimación social que gozaban las ciencias geológicas, una parte de la opinión pública consideraba que el Instituto Geológico Nacional adolecía de un carácter práctico y, por ende, no respondía a las necesidades de desarrollo industrial que se requería en México. A esos cuestionamientos el ingeniero José Gpe. Aguilera advertía:

[...] tales individuos olvidan que el conocimiento teórico es indispensable para la buena aplicación en un trabajo técnico y que toda solución práctica debe apoyarse siempre en el conocimiento teórico, y que tratándose de la Geología Mexicana nada ha sido hecho con anterioridad a los trabajos del Instituto Geológico, que es el encargado de hacer todas las investigaciones necesarias para que dicho conocimiento sea obtenido [...]. El conocimiento del suelo de su país es, más que tarea especulativa, tarea práctica, útil y patriótica.⁵³

En los años noventa del siglo XIX las ciencias geológicas se había desarrollado vertiginosamente a tal grado que, “trabajos publicados hace cinco años ya se [consideraban] como documentos para la historia”⁵⁴ y, en consecuencia, el horizonte epistemológico de la disciplina fue ampliándose y generó nuevas especialidades, que se cultivaron dentro del Instituto Geológico Nacional y quedaron fijas en la reestructuración de las secciones de investigación en que se dividió el organismo. En ese sentido, en 1910 en el marco de la celebración del Centenario de la Independencia, se inauguró la Red Sismológica Nacional que quedaría sujeta al Instituto Geológico de México.

3.1 La construcción de productos novedosos para las ciencias e industrias: cartas generales (1891-1896)

El saber proporcionado por los geólogos le era de gran interés al presidente de la República Mexicana, el general Porfirio Díaz, pues una de las primeras misiones del Instituto Geológico consistió en perfeccionar el *Bosquejo de la Carta Geológica de la República Mexicana* elaborada en 1889 mediante el estudio de los espacios en blanco que representaba la *terra incognita*, por encargo del primer magistrado.

Para cumplir el efecto, en junio de 1891 se organizó una expedición geológica minera a la sierra del oeste de México, cuya extensión rebasó las 120 leguas y quedó integrada por el ingeniero de minas Antonio del Castillo y el ingeniero agrónomo Lamberto Cabañas, para “recorrer y explorar una

⁵² Díaz, “Discurso”, 1894, pp. 250-251.

⁵³ Aguilera, “Instituto”, 1899, pp. 84-85.

⁵⁴ AHUNAM, Escuela Nacional de Ingenieros, Académico, Planes y programas de estudio, cursos, caja 20, doc. 17, f. 517.

considerable serranía comprendida entre el mineral de Sultepec, Juluápan, El Cristo, Tlatlaya, el nuevo criadero de azogue de San Juan Amajaque [Atemajac], extendiéndose hasta Tiscaltepec y Xochicalco (minas de Agua Zarca), frente al cerro del Gallo, donde la serranía está interrumpida por la cuenca del gran río de las Balsas o Mexcala”.⁵⁵

Los fines de la expedición de 1891 fueron el estudio de las rocas que componían esa extensión de terreno en su parte metalífera, “que formaban un espacio en blanco de la carta geológica”, y que se ha llenado de rocas dominantes de la serranía, denominadas pizarras cristalinas, de gran interés para la ciencia pues “su génesis u origen y época de antigüedad geológico”⁵⁶ fue debatido en el Congreso Geológico en Londres, quedando abierta la discusión para la siguiente sesión del congreso a celebrarse en Washington en agosto de 1891, a la cual acudió Del Castillo y contribuyó con este hallazgo.

Aparte del estudio geológico, se hizo el de sus minerales, particularmente el de un nuevo criadero de azogue en la Cuadrilla de San Juan Amajaque, del que se desprendió que dicho criadero “era enteramente distinto de todos los demás de la República, y por su carácter de antigüedad geológica de la roca en que arma, parece ocupar una época de formación más antigua”.⁵⁷ El mineral era de cinabrio oscuro y bien podría llegar a ser un rico yacimiento comparable con los de mayor producción del Viejo y Nuevo Almadén, en España y Alta California, respectivamente. Con su descubrimiento se podría bajar el precio del azogue y la minería mexicana tendría por consiguiente un aumento en su producción, pues el precio del metal fluctuaba con gran facilidad, lo que hacía más costoso el procedimiento de beneficio. Es decir, el resultado útil de esta expedición fue doble, por un lado contribuyó a las ciencias y desde el punto de vista industrial, ubicó un yacimiento mercurial para el beneficio metalúrgico.⁵⁸

Las ediciones al mapa geológico obligaron, como es natural, a perfeccionar y completar datos mediante el cotejo en la práctica de campo y la consulta de artículos y obras de reciente publicación. Las adiciones y correcciones de datos completaron las noticias que se tenían sobre los distritos mineros, las meteoritas, la estratigrafía del terreno y orden de las rocas, la distribución geográfica de

⁵⁵ Castillo, “Ciencias”, 1891, p. 280.

⁵⁶ *Ibidem*.

⁵⁷ *Ibidem*, p. 281.

⁵⁸ “Trabajos de la Comisión”, 1891, p. 256; “Nuestros lectores”, 1891, p. 1. Debe indicarse que la *Revista Minera e Industrial* fue “un semanario dedicado a la defensa y desarrollo de los intereses mineros o industriales de la República Mexicana”; posteriormente su tiraje fue quincenal; costaba 6 pesos. Se trató de una publicación consagrada al estudio de todas las cuestiones orientadas al mejoramiento y desarrollo de la minería y la metalurgia, la principal industria de México. Dividió sus páginas en las secciones Oficial, Minera, Industrias, que incluía agricultura, industria manufacturera, de transportes y comunicaciones. Publicaba también las listas de precios; de efectos usados en la minería; cotizaciones de la Bolsa y una Revista financiera de la semana. Perteneció a E. Hegewish & Ca. Editores y Gilberto Crespo y Martínez, director.

los depósitos de petróleo, chapopote y carbón, la fauna característica de las diversas edades, los fenómenos volcánicos, las principales elevaciones y sus alturas, los materiales de construcción y objetos diversos, las aguas sulfurosas o curativas y los datos petrográficos. También se detalló el territorio mexicano y se determinó su edad, de acuerdo a la *Carta Estratigráfica internacional* vigente en ese momento.

Con la formación de la *Carta Geológica de México*, por primera vez se pudo apreciar en un solo documento la cobertura general de las distintas formaciones rocosas del país y las áreas donde se desconocía totalmente su constitución geológica,⁵⁹ que representaba cerca del cincuenta por ciento de la superficie nacional. Posteriormente se elaboraron nuevas ediciones entre 1891 a 1896, haciéndose más completa y a menor escala, a 1: 1 000 000 (imagen 3.2).

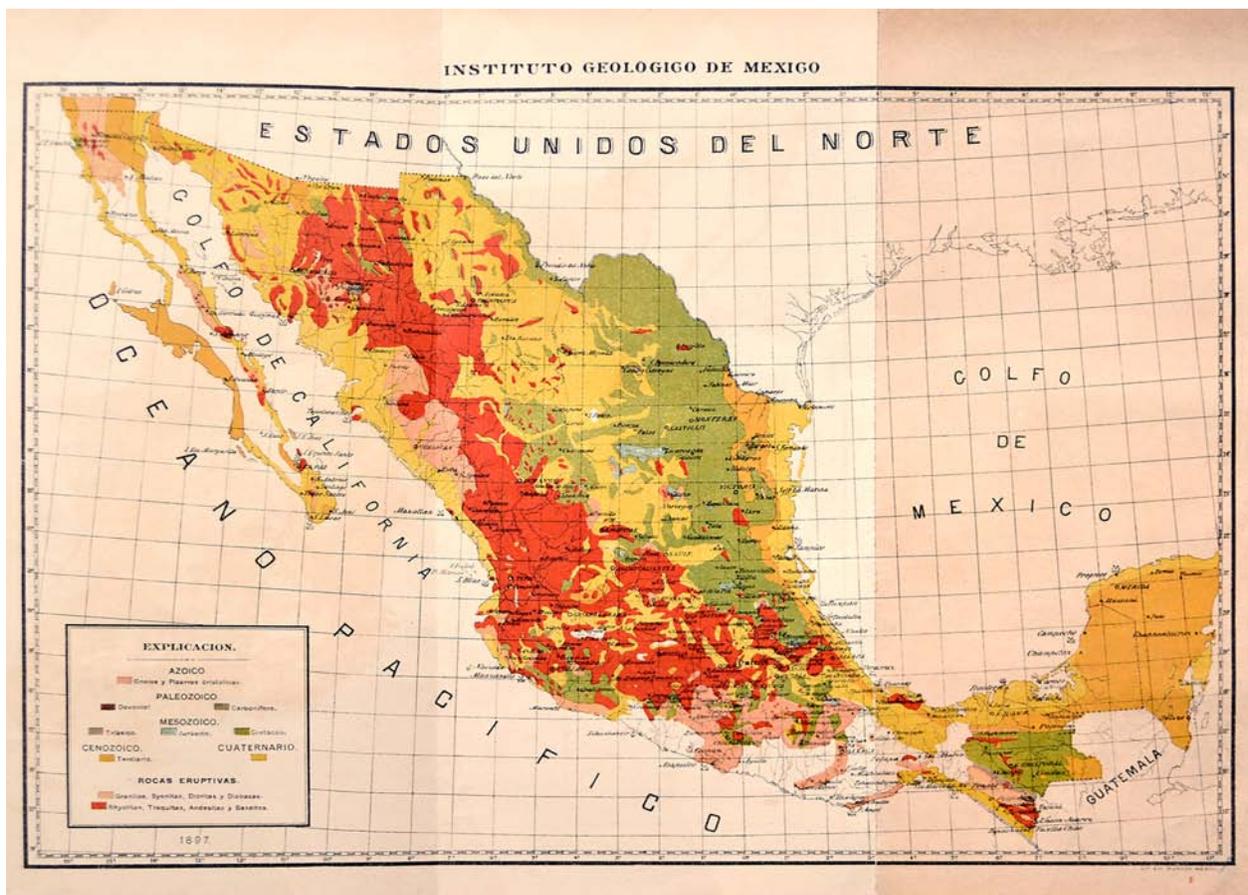


Imagen 3.2 Bosquejo de una Carta Geológica de la República Mexicana (1897). Fuente: *Bosquejo Geológico*, 1896.

⁵⁹ Castillo, "Ciencias", 1891, p. 281.

Con su publicación aumentó el conocimiento sobre la distribución de las formaciones dominantes en el territorio y se enfatizó que los estudios regionales del suelo no eran el único propósito de la explicación de un mapa geológico. Tenían un objetivo mucho más amplio, y del cual no se podía permanecer ajeno, y éste consistía en brindar la información general, descripción y clasificación de las rocas, el establecimiento de formaciones y sus subdivisiones, e incluso, los métodos de investigación que entraban claramente en su dominio. Pues el conocimiento de los elementos constitutivos de las rocas:

permitía el reconocimiento de las asociaciones minerales, cuyo objeto es acopiar informaciones sobre la génesis de los yacimientos que las contienen, a fin de reconstruir el proceso de su formación y poder deducir indicaciones acerca de la probable distribución de sus zonas de riqueza y causas influyentes.⁶⁰

Sin embargo, no todo fue miel sobre hojuelas, pues Aguilera lamentó que tanto en la primera edición de 1889 como en la segunda de 1891, se había incurrido en errores de transcendencia. Las principales dificultades fueron la representación con signos dorados de los volcanes extinguidos, las solfataras y los volcanes en actividad, así como los criaderos de carbón, cuando éstos últimos no pertenecían a la misma época geológica. En la segunda edición se dejaron signos relativos a los volcanes y solfataras que se confundían por ser muy pequeña la escala y por olvido del litógrafo quedaron representados en el mismo color tanto los criaderos de carbón como el sistema carbonífero.⁶¹

Cuatro años más tarde, en 1893, se festejó la Exposición Universal de Chicago con motivo de la celebración del Cuarto Centenario del Descubrimiento del Nuevo Mundo al que México envió 3,021 paquetes con diversos productos y obtuvo 1,777 premios. La variedad y riqueza minera de México fue destacada en esa exposición que incluyó una cuidadosa muestra de minerales preciosos e industriales, como oro, plata, cobre, acero, plomo, ópalo, ónix, granito y mármol. Evidentemente, esta exposición –como otras– representó un momento clave para hacer la promoción de los pródigos recursos naturales, entre ellos los minerales industriales, que depositados en el suelo patrio esperaban ávidos la inversión de los capitalistas.⁶²

Además, el Instituto Geológico presentó también una rica colección de fósiles y mapas, así como la *Carta estadística minera de la República Mexicana* a escala 1: 3 000 000,⁶³ que se hizo acreedora a

⁶⁰ Lisson, *Microlitología*, 1900, p. 247; López Ramos, “Contribución”, 1988, p. 13.

⁶¹ Aguilera *et al.*, “Breve”, 1897, p. 389.

⁶² Tenorio, *Artifugio*, 1998, p. 247.

⁶³ *Idem.*

un reconocimiento, y que tuvo entre sus fines mostrar la riqueza y distribución de los minerales, con miras de atraer la inversión, a través de la exposición de datos relativos a las minas en operación, la situación de los centros mineros y el método de beneficio utilizado en cada distrito.

En suma, la importancia de la construcción del primer mapa geológico general de México es que mostraba ya la nomenclatura, la determinación de los nombres, la extensión de las divisiones y los colores que debían adoptarse en el mapa geológico de Europa que se estaba elaborando, y que habían sido presentados en el IV Congreso Geológico Internacional, celebrado en Londres en 1888. Permitió tener un amplio conocimiento sobre las formaciones dominantes en el territorio y sus subdivisiones, proporcionó nuevos datos sobre la descripción y clasificación de las rocas, que facilitó conocer la génesis de los yacimientos que las contienen y deducir indicaciones sobre la probable distribución de la riqueza mineral. Pero, además, inspiró la elaboración de otros mapas de gran interés, como fueron la *Carta estadística minera de la República Mexicana* y la *Carta de los meteoritos de México*, ambas de 1893, productos novedosos para la industria minera y para el desarrollo de las ciencias geológicas y sus especialidades.

4. SEDES DEL INSTITUTO GEOLÓGICO

El Instituto Geológico Nacional originalmente estuvo en espacios prestados, pues inició sus labores en tres salones de la Escuela Nacional de Ingenieros ubicados en los costados sur y poniente del patio suroeste, (hoy Patio de la fuente) en la planta alta, donde se dispusieron los diversos departamentos de trabajo de gabinete y el de colecciones,⁶⁴ sitio en que funcionó hasta 1901. De ese año hasta 1902, estuvo provisionalmente en una casa en Paseo Nuevo número 627, mientras se terminaba la construcción del edificio especial en la Alameda de Santa María de la Ribera.⁶⁵

La sede que tuviera en la Escuela Nacional de Ingenieros puede rastrearse desde la creación del Departamento del Instituto Geológico en 1882, que funcionó en la casa del director, el ingeniero Antonio del Castillo. Aunque en términos oficiales, su establecimiento fue en 1888 con la Comisión Geológica. La primera sede en la Escuela se explica porque era el espacio en el que se impartía la

⁶⁴ AHPM, 1897, III, 259, doc. 16, ff. 2-3. Luis Salazar elaboró el plano de la sección suroeste de la Escuela Nacional de Ingenieros, a escala 5 mm= 1 metro [esto es 1:200].

⁶⁵ Galindo, *Reseña*, 1901, p. 69. Textualmente dice: "Instituto Geológico.- (Paseo Nuevo, número 627).- Depende también de la Secretaría de Fomento [...]. Se encuentra provisionalmente instalado en la casa del Paseo Nuevo, mientras se acaba de construir el edificio especial que se le destina en la Alameda de Santa María de la Rivera [sic]."

educación especializada para la capacitación de los ingenieros, lo que denotó las conexiones entre la educación tecno-científica y los poderes públicos, en virtud de la influencia del Estado en la organización de la enseñanza de las “ciencias prácticas”.⁶⁶

El 18 de mayo de 1900, iniciaron los trabajos de construcción del edificio del Instituto Geológico Nacional con la visita que hiciera el presidente de la República general Porfirio Díaz cuando colocó la primera piedra en la 6ª calle del Ciprés 176 en el costado poniente de la Alameda de Santa María de la Ribera, quedando terminado en 1904 e inaugurado en septiembre de 1906 en el marco de la celebración del Xº Congreso Geológico Internacional (véase imagen 3.3). La obra arquitectónica quedó bajo la dirección del ingeniero arquitecto Carlos Herrera López,⁶⁷ siguiendo los planes proyectados por el ingeniero José G. Aguilera. El costo de la construcción del edificio fue de 496,874 pesos en tanto que el valor total del mismo, incluyendo colecciones, laboratorios, biblioteca, mobiliario y equipo de oficinas fue de 928,861 pesos.⁶⁸

Cobra relevancia lo señalado por Priscilla Connolly, en el sentido de que “la presencia de obras de construcción” (grandes y chicas), “es quizás el indicador más inmediato del grado de desarrollo de un lugar”. Las construcciones visibles, además de cumplir funciones concretas siempre proyectan valores simbólicos; éstas son “causa y a la vez efecto de la modernización” desigual.⁶⁹ La construcción del edificio que ocupa el Instituto Geológico era suntuosa:

una escalinata lleva el cuerpo central de la fábrica, donde un magnífico portal con columnas jónicas sostiene una galería abierta del mismo estilo; en el interior hay un vestíbulo que tiene una bella escalera; las ventanas de éste están decoradas con bellas vidrieras que representan asuntos geológicos (la erupción del Colima, las Dos Hermanas y la Cascada de Necaxa) ejecutadas por afamados artistas. La dotación científica de esta institución es espléndida, Laboratorio de Química, Gabinetes de Análisis; el Museo es magnífico y la Biblioteca, que ostenta bella librería de hierro, es completísima. Los fines de la Institución son el de proporcionar todo género de informes técnicos, así como hacer análisis. Está abierto de 8 a.m. a 2 p.m.⁷⁰

⁶⁶ Brianta, “Education”, 2000, p. 267. Además, en esos programas de enseñanza, no sólo se incluyeron las disciplinas técnicas tradicionales relacionadas con la minería, sino que también se desarrollaron cursos científicos que contemplaron la mineralogía, la geología y la litología. Lo que derivó en el desarrollo de la geología económica en México, estudio que presupone el conocimiento de la mineralogía y la geología por parte del ejecutante. Cf. Vaccari, “Mining”, 2009, p. 35.

⁶⁷ Katzman, *Arquitectura*, 1973, p. 282, se recibió en la Escuela Nacional de Bellas Artes en el año de 1893. Fue profesor de arquitectura comparada desde 1913 y de legislación e higiene de los edificios, desde 1914. Autor del edificio del Instituto Médico Nacional (1898-1901); edificio del Instituto Geológico en la alameda de Santa María (1900-1906); iglesia de la Sagrada Familia de los Josefinos, en Ribera de Santa María (1901-1906), entre otras.

⁶⁸ Salazar Salinas, *Instituto*, 1929, p. 21. Algunos autores señalan que la fecha de inicio de la construcción del edificio del Instituto Geológico Nacional fue el 7 de julio de 1900, mientras que el ingeniero Luis Bolland, topógrafo del Instituto señala que fue el 18 de mayo de 1900.

⁶⁹ Connolly, *Contratista*, 1997, pp. 21-22; Villegas, “Expansión”, 2005, pp. 41-92.

⁷⁰ Barajas, *Guía*, 1918, pp. 146-147.

Aguilera había concebido la obra en todos sus rasgos arquitectónicos, atento a la expresión de los fenómenos geológicos, que quedaron grabados en los frisos con fósiles de diversos periodos geológicos, inscribiéndose sobre las ventanas los nombres de las diversas ramas de la geología que allí se practicaban: geología, litología, geoquímica, paleontología y geotecnia (véase apéndice).⁷¹ A este respecto comentó Ezequiel Ordóñez:

[...] desde 1888, es decir desde hace 27 años [...] desde un principio quedó para una vez establecido, que la importancia de los estudios geológicos no radica únicamente en el conocimiento de la evolución y vicisitudes que ha experimentado nuestro suelo en el transcurso de las edades de la tierra, sino en el conocimiento de los materiales inorgánicos útiles que se han ido almacenando para bien y provecho de las generaciones nacidas en este girón de tierra americana [...] el principio sobre el que fue creado el Instituto Geológico, establece una ingente necesidad, cual es, el estudio de los materiales útiles que componen el suelo patrio y principalmente el estudio de sus recursos minerales, agregando como parte fundamental de esos estudios, un esfuerzo constante y sostenido hacia la evaluación del monto de esas riquezas y a tratar de contribuir a su apropiada conservación [...].⁷²

En este tenor, la prensa capitalina, entre agosto y septiembre de 1906, publicó diversas notas sobre la visita que hiciera Porfirio Díaz al edificio,⁷³ lo relativo a la inauguración de la espléndida construcción y distribución de los espacios, las sesiones del X Congreso Geológico, las expediciones verificadas, las conferencias, las colecciones, el arribo de algunos delegados extranjeros y los eventos sociales que incluyeron banquetes, música y bailes. En términos generales la prensa capitalina no hizo crítica alguna sobre el gasto que erogó el congreso científico, por el contrario, se elogió la visita de los geólogos y delegados políticos y el desarrollo de la geología en el país.⁷⁴

⁷¹ AHUNAM, Instituto de Geología, Estadísticas, 1914-1930, caja 22, exp. 204, ff. 34-35.

⁷² Ordóñez, "Discurso", 1916, p. 442.

⁷³ "Presidente", 1906, p. 3. El general Porfirio Díaz acompañado del licenciado Justo Sierra y el ingeniero Andrés Aldasoro, Secretario de Instrucción Pública y Subsecretario de Fomento, respectivamente, visitaron el jueves 2 de agosto de 1906 el edificio del Instituto Geológico. La visita duró cerca de dos horas.

⁷⁴ Cf. "Instituto Nacional", 1900, p. 3; "Instituto Geológico", 1900, p. 2; "Congreso internacional", 1904, p. 2; "Instituto Geológico de México", 1904, p. 2; "Instituto Geológico", 1904, p. 2; "Apertura", 1906, p. 1.



Imagen 3.3 Instituto Geológico de México. Fuente: Guild, F.N., “El Instituto Geológica de México” [sic], *The American Geologist*, vol. XXXVI, núm. 5, november 1905, plate XV, p. 292.

5. SECCIONES

El personal del Instituto Geológico Nacional desde su nacimiento, en 1888, estuvo conformado por un ingeniero director, que sería el mismo de la Escuela Nacional de Ingenieros, encargado del examen, inspección y revisión de todos los trabajos, de la formación de memorias, informes, publicaciones y de ordenar la subdivisión de los trabajos de las ocho secciones para la ejecución de los trabajos científicos, técnicos e industriales, según se dispuso en el artículo quinto.⁷⁵

- (1) Sección de Paleontología (Fauna y Flora de fósiles) a cargo de un subdirector.
- (2) Sección de Geología y Minería.
- (3) Sección de Petrografía, Estratigrafía y Mineralogía, a cargo de tres geólogos y un preparador de láminas delgadas de rocas y minerales para su estudio al microscopio y conservador de las colecciones e instrumentos.
- (4) Sección de perforación de taladros de investigación de la riqueza mineral y acuífera de los terrenos (depósitos y corrientes de aguas subterráneas) a cargo de un mecánico geólogo, director de la perforación de taladros de investigación de aguas subterráneas y criaderos minerales.

⁷⁵ AHUNAM, Instituto de Geología, caja 1, exp. 2, f. 2; Enciso de la Vega, “Instituto”, 1989, p. 18; Ordóñez, *Instituto*, 1946, pp. 11-12.

- (5) Sección de Análisis, Química y Metalurgia a cargo de un profesor.
 - (6) Sección de Fotografía, Litografía y de dibujos de fósiles, vistas, paisajes, planos, perfiles o cortes geológicos y mineros, reducciones y moldes a cargo de un dibujante fotógrafo y litógrafo.
 - (7) Sección de Secretaría, correspondencia, estadística, traducciones y publicaciones a cargo de un secretario ingeniero.
 - (8) Sección de Contabilidad y Pagaduría a cargo de un pagador y escribiente auxiliar de la Dirección y Secretaría.
- Además, contó con un escribiente de catálogos y etiquetas, encargado además del aseo de los salones de colecciones y oficinas.

Con el correr de los años, el personal aumentó y las secciones vieron algunos cambios, por ejemplo para principios del siglo XX éstas eran nueve: la primera dedicada a la mineralogía y petrografía, la segunda a la geología general, la tercera a la geología estratigráfica, la cuarta a la paleontología, la quinta a la geología económica, la sexta a la química y metalurgia, la séptima a la topografía, la octava a dibujo y la última a la administración.⁷⁶

De nodal importancia fue la geología estratigráfica, base para el estudio de la industria petrolera. Al filo de los siglos XIX y XX quedó probada la riqueza del subsuelo mexicano, toda vez que ya eran conocidas algunas localidades con manifestaciones superficiales de petróleo, por lo que el gobierno mexicano expidió el 24 de diciembre de 1901 la Ley Petrolera, la primera en su tipo, mediante la cual se autorizaba al ejecutivo para conceder permisos de exploración y explotación petroleras. Fue así que algunos inversionistas extranjeros, principalmente británicos y norteamericanos obtuvieron concesiones e iniciaron la perforación de los primeros pozos.⁷⁷

A fines de ese mismo año, el gobierno de Díaz ordenó la creación de una comisión científica a cargo del Instituto Geológico de México integrada por los ingenieros Juan de Dios Villarelo y Ezequiel Ordóñez para evaluar el potencial petrolero nacional.⁷⁸ Producto de estas exploraciones, Ordóñez localizó en los primeros días del mes de abril de 1904 para el empresario petrolero norteamericano Edward L. Doheny (1856-1935) el “Pozo núm. 1” La Pez, el primer pozo de magnitud comercial que surgía en México con una producción de 1,500 barriles diarios a 500 metros de profundidad.⁷⁹

⁷⁶ Aguilera, “Instituto Geológico”, 1909, pp. 857-859.

⁷⁷ Cf. Garner, *Leones*, 2013, 419 p.

⁷⁸ Cf. Villarelo, “Algunas”, 1908, 120 p.

⁷⁹ Lo anterior inspiró la inscripción de la placa que originalmente acompañó a la estatua erigida en honor a E. Ordóñez el 6 de enero de 1965 en la primera sede del Instituto de Geología en Ciudad Universitaria. Archivo Histórico del Instituto de Geología (AHIG en adelante), caja 551, f. 41, en proceso de catalogación, las medidas de la estatua dedicada a Ordóñez son 2 m. x 1.2 m. aproximadamente, la realizó bajo la técnica de vaciado en metal el escultor costarricense Francisco

Cabe recordar que Ordóñez representó a México en numerosos certámenes científicos, entre ellos las exposiciones universales y los congresos de su especialidad. Su vasta experiencia le permitió en 1894, con motivo de la celebración de la V sesión del Congreso Geológico Internacional viajar a Washington con Del Castillo y Aguilera y en 1897, visitó los campos petroleros de Bakú en Rusia, donde obtuvo experiencia en la geología del petróleo.⁸⁰

A la vuelta de pocos años, concretamente en 1912, México ocupaba el tercer lugar a nivel mundial en la producción de petróleo, luego de Estados Unidos y Rusia. En ese año había en el país 89 compañías petroleras, de las cuales 55 eran norteamericanas, 21 mexicanas y 13 inglesas. Este auge en la producción estuvo directamente relacionado con la Primera Guerra Mundial, pues las exportaciones de petróleo y sus productos, prácticamente se habían suspendido con excepción de “una consignación fortuita de aceite iluminante en algunos países que no estén en guerra (especialmente las Indias Occidentales y México)”.⁸¹

Aunado a que, el petróleo mexicano podía importarse a la costa oriental de los Estados Unidos a un precio muy bajo para usarlo como combustible y “es muy benéfico porque reemplaza al petróleo americano que está destinado a mejor utilización”, expresó C.O. Smith, director del Servicio Geológico de los Estados Unidos en su publicación “Our Mineral Reserves. How to Make America Industrially Independent” (1914).⁸² Ante esta situación, el traductor de esta publicación, posiblemente el ingeniero Miguel Bustamante (hijo) anotaba que: “debido al fuerte impuesto con que está gravado el petróleo crudo, el gobierno ocupa una posición singular de proteger y de imponer impuestos a la vez a su industria importante más joven”.⁸³

A la par de los estudios realizados en el Instituto Geológico, distribuidos en las distintas secciones antes enumeradas, el desarrollo de la ciencia sismológica en México recibieron un notable

Zúñiga (1912-1998) y estuvo erecta sobre un peñón de granito de más de 1 m³ con una placa alusiva. Se inauguró el 6 de enero de 1965 en el Museo de Paleontología en la primera sede del Instituto de Geología en Ciudad Universitaria (actual Centro de Estudios de Lenguas Extranjeras, CELE), en la entrada norte del edificio. En dicho acto se celebró el septuagésimo cuarto aniversario de la fundación del Instituto de Geología y se conmemoró el Día del Geólogo, propuesta por cierto de Don José G. Aguilera y el propio Ordóñez para conmemorar el día de los “geologuitos”, como cariñosamente llamaba a sus colegas. Pani *et al.*, *Construcción*, 1979, p. 161; *cf.* Connolly, *Contratista*, 1997.

⁸⁰ Rubinovich, *Ezequiel*, 1998, p. 57, 76; Aguilera *et al.*, *Séptimo*, 1898, 126 p.

⁸¹ AHUNAM, Instituto de Geología, caja 22, exp. 199, ff. 1-3.

⁸² *Idem*; *cf.* Otis Smith, *Our Mineral*, 1914, 48 p. En 1912 la importación de petróleo crudo mexicano ascendió considerablemente de 145,247,828 galones (o sea 437,503 toneladas métricas o 3.458,281 barriles), al siguiente año aumentó a 500,000,000 galones con un valor de 11,776,737 dólares. El número de pozos perforados en la región de Tampico ascendía en 1912 a 252, de los cuales 64 eran productores y de ellos, el 90% de lo producido provenía de cinco pozos de los 64.

⁸³ AHUNAM, Instituto de Geología, caja 22, exp. 199, f. 3.

impulso. En un principio los trabajos se concretaron a la formación de *Efemérides* o *Catálogos*, en que se consignaba la fecha, hora y lugar en que se había sentido un temblor intenso.⁸⁴

Poco después de 1906, el ingeniero Felipe Valle instaló en el Observatorio Astronómico Nacional, dos péndulos horizontales Bosch-Omori de 10 kilogramos de masa y un gravímetro trifilar de Schmidt, que permitieron hacer observaciones más precisas y con ello dieron inicio los estudios instrumentales. Sin embargo, fue en el Instituto Geológico bajo la dirección de José G. Aguilera donde se creó el Servicio Sismológico Nacional (o Red Sismológica Nacional) en 1906, “aunque su organización continuó entre 1907 y 1909, quedando establecido oficialmente el 5 de septiembre de 1910 en la Estación Central de Tacubaya y la Red Sismológica Nacional” a través de la ceremonia oficial que fue presidida por el ingeniero Andrés Aldasoro, subsecretario de Fomento. Desde esa fecha hasta 1915 continuó sus actividades, mismas que fueron retomadas a principios de 1920 en que la Red Sismológica volvió a formar parte integrante del Instituto.⁸⁵

Los trabajos principales a los que se dedicó el Servicio Sismológico eran el estudio de los temblores lejanos, de los temblores submarinos y de los movimientos seculares, la observación sistemática de los terremotos, formación de los catálogos de la Red, el control de la labor de las estaciones regionales, la ejecución de estudios de sismología en relación con la tectónica y el volcanismo del país, la construcción de la *Carta Sísmica de la República Mexicana* que llevó a cabo Manuel Muñoz Lumbier en 1918, el estudio de sismos mundiales y reproducciones fotográficas de los diagramas notables, hechas en el Departamento fotográfico del Instituto Geológico.⁸⁶

La Red Sismológica Nacional estuvo compuesta por una Estación Central, que se ubicó en los terrenos del jardín del Observatorio Astronómico en Tacubaya, y por estaciones de segundo orden establecidas en Mazatlán, Oaxaca, Mérida, Guadalajara, Zacatecas y Monterrey.⁸⁷

⁸⁴ Las primeras *Efemérides* fueron formadas por Antonio de Alcedo, que abarcaron las fechas de 1786 a 1789; después Juan Orozco y Berra, quien fuera hermano del geógrafo e historiador Manuel Orozco y Berra por cierto, publicó las “Efemérides Sísmicas Mexicanas” del periodo de 1867 a 1888, y por último, el *Catálogo de temblores de tierra y fenómenos volcánicos verificados en la República Mexicana durante el año de 1889* por Guillermo Beltrán Puga y Rafael Aguilar y Santillán. Cf. Aguilar y Santillán *et al.*, “Catálogo”, t. IV, 1889, pp. 179-191; t. IV, 1890, pp. 323-329; Flores, “Alocución”, 1941, p. 5.

⁸⁵ AHUNAM, Instituto de Geología, Dirección, Proyectos, 1879-1926, caja 1, exp. 10, f. 2; Salazar Salinas, “Memoria”, 1922, p. 5.

⁸⁶ AHUNAM, Instituto de Geología, caja 1, exp. 10, f. 2.

⁸⁷ Muñoz Lumbier, *Descripción*, 1919, p. 4. La Estación Central fue inaugurada el 5 de septiembre de 1910 con motivo del Centenario de la Independencia y fue construida por el arquitecto José M. Serrano y costó más de 20,000 pesos.

6. PERSONAL

El personal que integró el Instituto prácticamente fue el que había colaborado en la Comisión Geológica; pronto se sumaron otros ingenieros científicos que dictaban cátedra en la Escuela Nacional de Ingenieros y los científicos europeos que se contrataron a finales del siglo XIX y los primeros años del siguiente, quienes quedaron sujetos a un jefe o director, quien tuvo entre sus facultades el nombramiento de tres ingenieros topógrafos, dos dibujantes y paisajistas, dos geólogos auxiliares y un colector.

Fue con el decreto de creación del Instituto Geológico de México que quedó estipulado que “por su naturaleza [debería] estar unido a la Escuela Nacional de Ingenieros y a la Escuela Práctica de Minas de Pachuca”.⁸⁸ Esta conexión se manifestó en varios aspectos, fundamentalmente porque los precursores que nutrieron las filas de la Comisión Geológica Mexicana provenían en su totalidad de la Escuela de Ingenieros, y el jefe de la misma ocupaba de manera simultánea la cátedra de mineralogía, geología y paleontología y la dirección de la Escuela de Ingenieros.

En el Instituto Geológico de México una considerable mayoría de los investigadores eran egresados de la Escuela Nacional de Ingenieros y, a su vez, algunos fungirían como catedráticos en las materias de su especialidad en la referida escuela.⁸⁹ La vinculación derivaba en el hecho de que ambos fueron establecimientos oficiales a cargo de Fomento, secretaría que tuvo como mira garantizar un espacio de enseñanza superior para la formación de cuadros especializados y de investigación en las aplicaciones prácticas de la ciencia.

Así, el Instituto guiaba la investigación pura y aplicada a través de las exploraciones organizadas por medio de comisiones científicas para el reconocimiento de la geología nacional. Esta función permitió una continuación a la profesionalización y a la certificación de los saberes, a través del servicio al público que ofreció por medio de la consulta de análisis cualitativos en los laboratorios.

Pese a que los recursos de los que dispuso el Instituto Geológico fueron insuficientes para llevar el vasto programa que les fue encomendado y que su personal fue reducido, los trabajos elaborados

⁸⁸ AHPM, 1888, II, 232, doc. 11, f. 2.

⁸⁹ AHPM, 1927, III, 405, doc. 27, s/f. A manera de ejemplo, para 1927 algunos de los empleados del Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos dictaban cátedra en la Escuela Nacional de Ingenieros, entre los que se encontraban: José G. Aguilera en la clase de geología general e histórica; Juan Salvador Agraz en electroquímica; Tomás Barrera en nociones de geología; Carlos Castro en química; Teodoro Flores en mineralogía; Trinidad Paredes en explotación del petróleo; Salvador Soto Morales en química; Andrés Villafaña en geología aplicada y en explotación de minas.

fueron un orgullo nacional.⁹⁰ A fines de 1895 se aumentó el personal, pero fue hasta el año de 1903 cuando se les dotó de un equipo altamente competente, se ampliaron los gastos y los recursos para los trabajos de campo y de gabinete. En 1902 Aguilera invitó a Rafael Aguilar y Santillán para que ocupara los puestos de secretario y bibliotecario en el Instituto, toda vez que éste personaje entre 1888 y 1889 “acompañado de su padre, el general Bruno Aguilar permanecieron en Estados Unidos y Francia, donde pudo ampliar sus conocimientos sobre geología, mineralogía y petrografía al lado de los profesores Fouqué y Lacroix en el Colegio de Francia, y de Lapparent en el Instituto Católico de París” (véase tabla 3.2).⁹¹

En 1903 el gobierno de Díaz, consciente de la importancia que había adquirido y el lugar prominente que tomarían en el futuro los estudios geológicos, y a que en esta fecha habían dado inicio los preparativos del X Congreso Geológico Internacional a celebrarse en 1906 en México, aumentó la cantidad destinada a gastos de exploración; creó un pequeño servicio topográfico para adaptar los planes existentes a las necesidades de los trabajos geológicos y elevó los sueldos de los empleados a cargo. De esa manera, el Instituto Geológico contribuyó en el desempeño de su plan de trabajo previamente esbozado y al avance de todas las industrias con las que la minería estaba relacionada.

También comenzó el funcionamiento del laboratorio de química con el “objeto de hacer los análisis químicos que los geólogos del instituto necesitan para sus estudios”;⁹² pero sería en 1913 cuando se reinstaló el laboratorio y sus funciones se ampliaron “conforme a los adelantos químicos modernos”. Se acondicionó la casa de Carpio 118 anexa al Instituto para el efecto, que incluyó un espacio dedicado a la biblioteca especializada en química compuesta de 600 volúmenes, obra que concluyó en 1916 bajo el mandato de Pastor Rouaix como secretario de Fomento y de Salvador Gómez como Director de Minas y Petróleo de la misma secretaría. De esa manera el Instituto pudo efectuar experimentos de geoquímica, estudios químicos de los petróleos nacionales y análisis cualitativos y cuantitativos diversos ”para todo el público interesado” al “cual cobrará cuotas

⁹⁰ AHUNAM, Instituto de Geología, caja 260, exp. 4807, ff. 34, 36-43. El presupuesto con que contó anualmente el Instituto fue: 1889, 30,000 pesos; 1890, 30,000 pesos; 1891, 30,000 pesos; 1892, 30,000 pesos; 1893, 30,000 pesos; 1894, 20,121 pesos; 1895, 20,121 pesos; 1896, 20,121 pesos; 1897, 22,318 pesos; 1898, 22,318.30 pesos; 1899, 22,318.75 pesos; 1900, 30,114.10 pesos; 1901, 24,114.10 pesos; 1902, 24,114.10 pesos; 1903, 28,414.25 pesos; 1904, 30,509.15 pesos; 1905, 81,078.70 pesos; 1906, 95,933 pesos; 1907, 260,097.25 pesos; 1908, 106,609.25 pesos; 1909, 168,475 pesos; 1910, 150,136.75 pesos; 1911, 157,254.25 pesos; 1912, 195,650.76 pesos; 1913, 200,038.75 pesos; 1914, 222,952.75 pesos; 1915, 205,828.65 pesos; 1916,(?) ; 1917, 100,740 pesos; 1918, 171,638.75 pesos; 1919, 172,677.50 pesos; 1920, 248,602.50 pesos.

⁹¹ AHUNAM, Instituto de Geología, Estadísticas, 1914-1930, caja 22, exp. 204, ff. 34-35; Redacción, “Boletín”, 1903, p. 1. Martínez Portillo, “Necrología”, 1938, pp. 252-253.

⁹² AHUNAM, Instituto de Geología, caja 260, exp. 4804, s/f. “Presupuestos. Laboratorio de Química, su instalación, trabajos oficiales y particulares que desempeña”.

sumamente moderadas, toda vez que se trata de una Institución oficial que se preocupa por ayudar a los intereses del público siguiendo la mente del actual gobierno” (véase apéndice).⁹³

TABLA 3.2
PERSONAL DEL INSTITUTO GEOLÓGICO NACIONAL (1904)

Nombre	Puesto	País de origen
José Guadalupe Aguilera	Director	México
Ezequiel Ordóñez	Subdirector, Geólogo Jefe de Sección	México
Emil Böse	Geólogo Jefe de Sección	Alemania
Juan D. Villarello	Geólogo Jefe de Sección	México
Carl Burckhardt	Geólogo Jefe de Sección	Suizo-alemán
Teodoro Flores	Geólogo	México
Ramiro Robles	Geólogo	México
Salvador Scalia	Geólogo	Italia
Andrés Villafaña	Ayudante de Geólogo	México
Paul Waitz	Ayudante de Geólogo	Alemán
Sewall Truax	Ayudante de Geólogo	Estados Unidos
Carlos Ugalde	Aspirante de Geólogo	México
Ricardo Villada	Aspirante de Geólogo	México
Fernando Urbina	Aspirante de Geólogo	México
Faustino Roel	Químico	México
Victor von Vigier	Ayudante de químico	Alemán
Francisco de P. Rodríguez	Topógrafo	México
Alberto Anguiano	Ayudante de topógrafo	México
Juan Viveros Hidalgo	Ayudante de topógrafo	México
Rafael Aguilar y Santillán	Secretario-Bibliotecario	México
Luis G. Becerril	Dibujante	México
Agustín Rábago	Segundo dibujante	México
Pedro Letechipía	Segundo dibujante	México
Tomás Paredes	Escritores	México
Javier Rojas		
Rosa Netterberg		
Fidencio Rodríguez	Laminador de rocas	México
Gabino Morales	Conserje	México
Ignacio Sánchez	Portero	México
	Mozos (4)	México

Fuente: Fernández *et al.*, *Memoria*, 1909, p. 286.

⁹³ *Idem.* El laboratorio de química contó con una dotación muy completa de aparatos modernos para investigaciones químicas; con varias balanzas de precisión, una de ellas sensible al 1/200 de mg. y otra sensible al 1/2 mg. con carga máxima de 2 k.; un gasvolumenómetro universal de Lunge y un aparato de Víctor Mayer para la determinación de la densidad de los vapores; una bomba calorimétrica para determinación de poder calorífico de combustible con todos sus accesorios; un microscopio Siebert construido según las indicaciones de Beehrens para análisis microquímico que se aplica cuando hay que hacer un análisis cualitativo y se tiene una cantidad de sustancia inferior a 0.1 g. En espectroscopía contó con un espectrógrafo de cuarzo, un espectrómetro, un espectrogoniómetro y un espectroscopio en gases enrarecidos, chispas arcos y espectros de absorción.

Mediante los datos recogidos pudo formarse la *Carta Geológica de México* (1897) que se incluyó en la *Carta Geológica de la América del Norte* (1906),⁹⁴ levantada con la información proveniente de las fuentes oficiales de los Estados Unidos, Canadá, México y la Comisión del Ferrocarril Intercontinental.

En lo que respecta al personal encargado del Servicio Geológico en la Estación Central de Tacubaya, de 1909 a 1915, estuvo conformado por los observadores, Heriberto Camacho y Francisco Patiño Ordaz; el calculador, Gonzalo de Gortari; ayudante, Manuel Salgado Núñez; inspector e instalador, Manuel Muñoz Lumbier y el director del Servicio Seismológico, que era el mismo que el del Instituto Geológico.⁹⁵

El personal del Instituto Geológico participó de manera activa en exposiciones y congresos internacionales: en 1894, en la VI sesión celebrada en Zúrich, Suiza, representado por su director, Antonio del Castillo; en 1899 en el Congreso Internacional de Hidrología, Climatología y Geología celebrado en Lieja, Bélgica. Mientras que José Guadalupe Aguilera y Ezequiel Ordóñez asistieron a la 7ª Sesión del Congreso Geológico Internacional, celebrada en San Petersburgo en 1897 y a la 8ª Sesión, celebrada en París en 1900, entre otras. En este mismo año el Instituto participó en la Exposición Universal de París en la que presentó un *Atlas General de México*,⁹⁶ cartas parciales,⁹⁷ el *Boletín*, del 1 al 13, fotografías⁹⁸ y la colección minera de los principales distritos mineros del país, una

⁹⁴ Flores, *Carta*, 1931, p. 6. Este mapa fue formado con los datos suministrados por los servicios geológicos de tres países interesados, los Estados Unidos de América, Canadá y México, bajo la dirección de Bailey Willis y George W. Stose del servicio geológico americano, haciéndose dos ediciones, una en 1906 y otra en 1911. La parte relativa a México incluida en el magno proyecto fue de la autoría de José Guadalupe Aguilera.

⁹⁵ Muñoz Lumbier, *Descripción*, 1919, p. 4.

⁹⁶ Fernández Leal, *Memoria*, 1908, p. 410. El *Atlas General de México* se integró con: 1. Carta altimétrica de la República con curvas de 200 en 200 metros; 2. Carta hidrográfica. Vertientes atlántica y pacífica y cuencas hidrográficas. Limitación de cuencas de los ríos principales; 3. Carta de distribución de temperaturas y de límites isobáricas; 4. Carta de distribución de las lluvias; 5. Carta de declinaciones e inclinaciones magnéticas; 6. Carta de jurisdicciones mineras o agencias de minería; 7. Carta que marque los lugares donde existen criaderos de carbón, petróleo y carburos sólidos; 8. Carta que contenga la situación de los criaderos de azufre, antimonio, arsénico, bismuto, estaño y mercurio; 9. Carta que marque los criaderos de manganeso, fierro y cobre; 10. Carta con los yacimientos de barita, estronciana, alumbre, tequezquite y salinas; 11. Carta de Distritos mineros de plata; 12. Carta de Distritos auríferos; 13. Carta de minerales de plomo y zinc y 14. Carta con indicación de los lugares donde existen piedras decorativas con mármoles, alabastros, tecalis y piedras de joyería, como granates, amatistas, ópalos corundo, etcétera. Una hoja de texto acompañó a cada lámina, para dar la explicación sucinta de ella.

⁹⁷ *Idem*. Las cartas parciales fueron dos: Corte transversal de Acapulco a Veracruz, a la escala 1: 50,000, llevando cortes parciales que ilustren las formaciones importantes y sus relaciones de sobreposición, discordancias de pisos, etcétera y perfiles mineros. Perfil y corte de las vetas La Luz y Veta Grande, de Guanajuato; perfiles y cortes de las principales vetas de Pachuca, Real del Monte y de los minerales que se puedan obtener para mostrar la distribución de la riqueza en las vetas.

⁹⁸ *Ibidem*, p. 411. Las fotografías fueron de volcanes; canteras; accidentes geológicos como fallas y dislocaciones; formas características de las materias; fenómenos de erosión; estructura de las rocas; grutas, cavernas y hundimientos y vistas de minas y haciendas de beneficio.

colección geológica, una colección estratigráfica, una colección de rocas eruptivas y una colección paleontológica.⁹⁹

Estas reuniones internacionales fueron los lugares idóneos, no sólo para ponerse al día en cuanto a avances científicos, sino para establecer contactos personales y para entrevistar posibles candidatos para ocupar puestos de investigador en el Instituto Geológico de México. Ejemplo de lo anterior fue cuando José G. Aguilera y Ezequiel Ordóñez asistieron a la 7ª Sesión del Congreso Geológico Internacional celebrada en San Petersburgo en 1897 y, el primero de ellos acudió a la opinión del afamado geólogo y paleontólogo alemán Kart von Zittel, quien recomendó ampliamente para que trabajara en México a Emil Böse, estratígrafo y geólogo oriundo de Hamburgo que había iniciado su trabajo académico en los Alpes de Austria, Alemania y Suiza, finalmente, Böse fue contratado por el Instituto Geológico y arribó al país en 1898. Para 1904 fueron empleados Carl Burckhardt, postulado por von Zittel también, y Paul Waitz para el puesto de petrografía y geología ígnea, por consejo de Harry Rosenbusch.¹⁰⁰

Naturalmente la movilización de los empleados en el Instituto fue una práctica común; salvo algunas excepciones que permanecieron por largos años prestando sus servicios, tal fue el caso del ingeniero Teodoro Flores, Pedro Letechipía, Juan de Dios Villarelo, Ángel Aguilar y Enrique Mario González (véase apéndice). Respecto al grupo de suizos y alemanes, Maldonado Koerdell menciona que “cuando Aguilera perdió su autoridad en una convulsión política [derrocamiento del gobierno Victoriano Huerta, con quien había colaborado], algún Director del Instituto Geológico de México manchó su gestión, tan negativa como su propia personalidad, despidiendo al grupo de alemanes que tanto habían contribuido al adelanto de aquella institución y a ponerla en la lista de centros de primera categoría en el mundo”.¹⁰¹

Ante el despido de los expertos, el encargado de negocios del Imperio Alemán en México dirigió una carta a la Secretaría de Instrucción Pública con fecha del 25 agosto de 1914, en la que solicitaba la permanencia “en sus respectivos puestos” de los geólogos alemanes “Emil Böse como Jefe de departamento desde hace dieciséis años y los doctores Karl Burckhardt y Ernest Wittich como

⁹⁹ *Ibidem*, pp. 408-411. La colección paleontológica se compuso de fósiles característicos de cada una de las divisiones estratigráficas y de una colección minera, petrográfica y estratigráfica correspondiente al corte de Acapulco a Veracruz.

¹⁰⁰ Cserna, “Evolución”, 1990, p. 12; Müllerried, “Carlos Burckhardt”, 1936, pp. 23-26; Maldonado Koerdell, “Contribución”, 1953, pp. 169-190; Sarjeant, *Geologist*, 1980, p. 587.

¹⁰¹ Maldonado, “Contribución”, 1953, p. 170.

jefes de sección desde hace diez y cuatro años, respectivamente”.¹⁰² Lo cierto es parte del grupo de extranjeros fueron destituidos del Instituto Geológico, pero pronto se colocaron en alguna otra dependencia del gobierno mexicano y otros más probaron suerte en el vecino país del norte, por ejemplo Böse aceptó una plaza como geólogo en el Bureau of Economic Geology and Technology en Austin, Texas.¹⁰³

Por su parte, en marzo de 1916 el ingeniero Luis Bolland fue ascendido del cargo de ayudante de topógrafo a topógrafo en el Instituto Geológico, toda vez que fue el encargado de las nivelaciones del edificio y se ocupó de preparar una memoria sobre los procedimientos que debían emplearse en los levantamientos topográficos, en conexión con los estudios geológicos.¹⁰⁴

En el presupuesto presentado para el año 1917, se atendió de manera preferente a los estudios geológicos mineros de los distritos mineros del país y de las regiones petrolíferas mexicanas, “dada la importancia industrial de nuestra riqueza metalífera y en vista de la necesidad de suministrar a nuestros industriales mineros la mayor suma de datos para el mejor conocimiento de las localidades mineras en trabajo”, lo que conllevó a aumentar el personal destinado a esta clase de trabajos.

Igualmente se aumentó el personal del laboratorio de química y la partida para los gastos de viáticos. Sin embargo, para este año aun no habían sido cubiertas las plazas facultadas desde su reapertura en 1915, debido a dos causas, “la primera, a la dificultad con que hemos tropezado para conseguir personal idóneo y suficientemente educado en esta clase de trabajos y en segundo lugar, a la reducción con que se han estado pagando los sueldos”.¹⁰⁵

El 1 de mayo de 1917, el Instituto Geológico quedó adscrito al Departamento de Estudios y Exploraciones Geológicas de la Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo y en esta fecha se

¹⁰² Archivo General de la Nación (AGN en adelante), Justicia y Negocios Eclesiásticos, Instrucción Pública y Bellas Artes, caja 326, exp. 3, f. 2.

¹⁰³ Seibertz *et al.*, “Emil Böse”, 1998, pp. III-IV. Emil Böse (1868-1927), geólogo germano-mexicano, y en su época, el mejor conocedor de Cretácico y sus amonites. Nació en 1868 en Hamburgo, Alemania. En 1898, aceptó la oferta de trabajo como geólogo en el Instituto Geológico de México. Durante los primeros ocho años, cartografió geológicamente muchas regiones del centro y sur del país, preparando excursiones y libros-guía para el X Congreso Geológico Internacional de 1906. Después de 1906, trabajó predominantemente en el norte de México, en los estados de San Luis Potosí, Zacatecas, Durango, Chihuahua y Coahuila, especialmente en el Cretácico. Su interés en ese tiempo geológico y en los amonites lo puso en comunicación con William S. Adkins, quien trabajó para la compañía Shell de México. Entre otras contribuciones, describió por primera vez una secuencia volcánico-sedimentaria, conocida más tarde como “eugeosinclinal”. De 1917 a 1922 trabajó como consultor en diversas empresas privadas, buscando petróleo y agua en Nuevo México, Oklahoma y Texas, en Estados Unidos y en el norte de México. En 1920 trabajó en los estados de Coahuila, Nuevo León, en su parte septentrional, y Tamaulipas. De 1922 hasta su muerte, el 8 de noviembre de 1927 fue empleado de la Compañía Richmind Petróleo de México, S.A., viviendo en Nuevo Laredo, Tamaulipas. Murió a consecuencia de las lesiones en un accidente de automóvil en Sabinal, Texas, a los 59 años.

¹⁰⁴ AHIG, caja 525, f. 294, en proceso de catalogación.

¹⁰⁵ AHUNAM, Instituto de Geología, caja 260, exp. 4805, s.n.f.

hicieron nuevos nombramientos; entre los primeros el del ingeniero Miguel Bustamante como geólogo en la Sección de Estudios Geológico Mineros a petición del entonces director del Instituto, Ezequiel Ordóñez.¹⁰⁶

7. FUNCIONES

El ingeniero de minas y político hidalguense Trinidad Paredes,¹⁰⁷ investigador del Instituto Geológico desde *ca.* 1908 y especialista en hidrología y geología minera y petrolera, señalaba que “tratar de conocer los elementos explotables del subsuelo o sea los recursos naturales de un país, se ha convertido en una necesidad imperiosa para todos los pueblos”.¹⁰⁸ El Instituto Geológico de México se encargó del estudio de los recursos del subsuelo, como dio a conocer el Congreso de la Unión en el decreto de creación para su establecimiento.¹⁰⁹

Entre los objetivos y obligaciones principales que tuvo el organismo (probablemente formuladas por Antonio del Castillo) estaban el practicar y dirigir el estudio geológico del territorio mexicano, dándolo a conocer bajo el triple punto de vista científico, técnico e industrial.¹¹⁰ Otro de los compromisos estaba la formación y la publicación de los mapas geológico y minero de la República Mexicana con sus respectivas memorias, hacer y difundir mapas geológicos especiales y estudios de regiones interesantes del país, como fallas, cañones, cuencas, volcanes, grutas y particularmente sobre los distritos mineros.

Además, el Instituto quedaba obligado a formar y conservar un museo geológico del territorio, con colecciones debidamente clasificadas para que sirvieran a la construcción de mapas, con vistas, perfiles, modelos y publicaciones que, en complemento con los existentes en la Escuela Nacional de Ingenieros, ofrecieran una idea completa de las formaciones geológicas del terreno, de las propiedades del suelo, de sus aguas subterráneas, de la riqueza mineral y de las industrias existentes. Los trabajos relativos a la historia, estadística y desarrollo de la minería, de cuño extranjero y aquellos elaborados

¹⁰⁶ AHIG, caja 525, f. 302, en proceso de catalogación

¹⁰⁷ El ingeniero Trinidad Paredes estudió en el Instituto Científico y Literario del Estado de Hidalgo, más tarde en la Escuela Práctica de Minas de Pachuca, subsidiaria de la Escuela Nacional de Ingenieros, donde obtuvo en 1903 el título de ingeniero de minas y metalurgista, junto con Vicente Gálvez y Horacio Symonds. En el Instituto Científico fue preparador de la clase de física, que dictaba el ingeniero Pedro A. Gutiérrez, también fue encargado del gabinete de mineralogía. “Estado de Hidalgo”, 1901, p. 2; “Instituto Literario”, 1903, p. 2; “Ingenieros”, 1903, p. 1.

¹⁰⁸ Paredes, “Memoria”, 1920, p. 22.

¹⁰⁹ *Diario Oficial*, t. XIX, 1888, p. 2; Ordóñez, *Instituto*, 1946, p. 10; Santillán, *Anuario*, 1933, p. 22.

¹¹⁰ Enciso de la Vega, “Instituto”, 1989, pp. 17-18; Enciso de la Vega, “Creación”, 1988, p. 41; Ordóñez, *Instituto*, 1946, pp. 10-11; Santillán, *Anuario*, 1933, p. 22; Rubinovich, *Ezequiel*, 1998, p. 26.

en México deberían reunirse, publicarse y, en su caso, traducirse, para de esta manera garantizar la difusión científica en el país.

Antonio del Castillo, precursor de este proceso institucional, estuvo convencido de la importancia de la geología en el desarrollo de la industria nacional, a través del impulso de la geología económica, como lo precisara algunos años después Jenaro González Reyna, al decir que “ningún país, ni aun los mejor dotados, poseen todos los minerales que necesitan, razón por la cual los buscan en otras naciones para asegurarse de que los pueden obtener, ya sea por inversiones de sus nacionales en el extranjero, o bien por compras o trueques, o bien siguiendo otros caminos: la vía diplomática, créditos y préstamos, protectorados, etc.”.¹¹¹ Así, los estudios de geología económica ofrecían las posibilidades existentes para el aprovechamiento industrial, la creación de industrias en la región examinada, la explotación de los criaderos tomando en consideración el aprovechamiento de las vías de comunicación y los mantos acuíferos.



Imagen 3.4 Geólogos en una expedición en San Juan Buenavista, San Luis Potosí (febrero 1918.) Fuente: AHPM, Colección Alzate, s/c. De izquierda a derecha; Dr. Kratzer; al centro el ingeniero Baron von Buttlar y a la derecha el ingeniero Ernesto Wittich. Se observan rocas riolíticas.

¹¹¹ González Reyna, “Geología”, 1954, p. 305.

7.1 Otros objetos de estudio: las meteoritas y los fósiles

Las meteoritas fueron otros objetos de interés y de estudio por parte de los geólogos mexicanos, particularmente de algunos de los miembros de la Comisión Geológica y del Instituto Geológico Nacional.¹¹² El primer trabajo elaborado por los ingenieros en este campo fue el de Baltasar Muñoz Lumbier, que dio a la prensa bajo el título: *Los aerolitos de Chihuahua* (1880).¹¹³

Estando la ya constituida la Comisión Geológica de México, Del Castillo dio a conocer el *Catálogo descriptivo de los meteoritos de México (fierros y piedras meteóricas de México) con la indicación de las localidades en las que los meteoritos han caído o se descubrieron*, escrito en francés, el idioma científico de la época, y quedó acompañado de un plano de la región del Bolsón de Mapimí,¹¹⁴ región en donde habían caído las meteoritas más grandes de México, a escala 1: 400 000, de 40 x 28 cm., levantado en marzo de 1889 y editado por la acreditada Casa Erhard “reconocida por la reciente edición de la carta geológica de Francia dirigida por Michel Lévy” y que llevó a cabo la impresión de todas las cartas geológicas elaboradas por la Comisión Geológica Mexicana.¹¹⁵

En la Exposición de París en 1889, fue exhibido el inventario que indicaba la ubicación de cada una de las meteoritas conocidas, ya fuera en la colección Castillo, la colección de la Escuela Nacional de Ingenieros o la del Museo Nacional, las más importantes para ese momento y junto al *Catálogo*, se montó una exhibición de las *piedras del cielo* más grandes caídas en México y del mundo, hechas de papel maché y representando sus dimensiones reales.¹¹⁶

A la par que las riquezas siderales y minerales eran mostradas en París, por iniciativa del ingeniero Del Castillo y gracias al apoyo del secretario de Fomento y del Congreso de la Unión, quedó prohibido terminantemente “destruir, explotar o enajenar toda clase de meteoritos” según la circular del 29 de mayo de 1889,¹¹⁷ dado que a partir de entonces eran consideradas bienes de la Nación, lo que significaba que no podían pertenecer al dueño del suelo en que se encontraran ni podían ser

¹¹²Cf. Morelos, “*Piedras*”, 2013, pp. 450-493.

¹¹³ Muñoz Lumbier, *Aerolitos*, 1880, 19 p.

¹¹⁴ De esa región provienen tres de las cinco meteoritas más grandes del mundo: San Gregorio, Chihuahua (11 ½ t.), Chupaderos, Chihuahua (15 2/3 t.) y Bacubirito, Sinaloa (25 t.). Cf. Aguilar y Santillán, “*Fierros*”, 1919, pp. 375-378.

¹¹⁵ Rubinovich *et al.*, *Ezequiel*, 1998, p. 41. AGN, Fomento, Exposiciones Extranjeras, caja 1, doc. 16, ff. 84, 100. La Casa Erhard imprimió también el plano de la región en que han caído los meteoritos más notables de México con tres reproducciones por el procedimiento de nigrosina.

¹¹⁶ Morelos, “*Piedras*”, 2013, p. 454.

¹¹⁷ Dublán, *Legislación*, t. XIX, 1890, p. 418. Circular 10, 457. 29 de mayo de 1889 relativa a la prohibición de destruir, exportar o enajenar meteoritos.

denunciables por considerarse como un mineral, lo cual quedó asentado en los artículos 1 y 10 del Código de Minería (1884).¹¹⁸

Además, quedó estipulado que todas las meteoritas encontradas en territorio nacional debían enviarse a los espacios científicos ubicados en la Ciudad de México (Escuela Nacional de Ingenieros, Museo Nacional e Instituto Geológico) para su estudio, clasificación, protección y conservación.

Tanto para el mundo científico, el público culto y profano que visitó la exposición en la ciudad parisina y para los gobiernos, los trabajos de los geólogos mexicanos que incluyeron la presentación del catálogo, la exhibición de las colosales meteoritas en los moldes de papel maché y la protección legal, fueron sin duda novedades del momento, representaron el conocimiento y desarrollo de frontera de la elite mexicana en las ciencias geológicas.

Tal fue el buen sabor de boca, las medallas, los premios y ovaciones a los geólogos mexicanos en París, que en 1893 se hizo realidad otro de los anhelos de Del Castillo: concentrar en su institución todas las meteoritas (o las más grandes) encontradas en México (véase imagen 3.5). Así, en dicho año quedó instalado en el vestíbulo de la Escuela Nacional de Ingenieros el primer Museo de Meteoritas en México y el más grande en cuanto a especímenes ferrosos en el mundo,¹¹⁹ mientras se formaba el “proyecto de un monumento en que se colocaran a la expectación pública todos los más notables de México”.¹²⁰

Junto con este acontecimiento para la ciencia y la educación, en 1893 se imprimió la *Carta de los meteoritos de México o regiones de la República en que han caído fierros y piedras meteóricas formada bajo los auspicios de la Secretaría de Fomento*, a escala 1: 10 000, 000, la primer carta en su tipo elaborada en América Latina.

Otras de las masas meteoríticas que se preservaron y estudiaron por parte del personal del Instituto Geológico fue el Bacubirito en Sinaloa la de mayor importancia por sus colosales dimensiones y por ser la más “larga” del mundo. La primera noticia que se publicó respecto a esta masa fue en 1876 por Mariano Bárcena, misma que fue incluida por Del Castillo en 1889 en su *Catálogo*.¹²¹ En junio de 1902, Henry A. Ward publicó información detallada sobre su peso y composición, calculada en 50 toneladas. Para julio del mismo año, el Instituto Geológico Nacional tomó posesión de esa masa meteórica, como propiedad de la Nación y construyó un cuarto para

¹¹⁸ *Código de Minería*, 1891, pp. 4, 6-7.

¹¹⁹ AGN, Minería, vol. 212, doc. 3, f. 129.

¹²⁰ AHUNAM, Escuela Nacional de Ingenieros, Académico, Convenciones, Exposiciones y Estudios, caja 18, doc. 3, f. 47.

¹²¹ Castillo, “Catálogo”, 1891, p. 380.

protegerla de la intemperie, acondicionándole una reja bastante grande para que pudiera ser admirada por los excursionistas.

La construcción del cuarto en el sitio de su hallazgo se encontraba en la propiedad del señor Leonardo Aguilar, que bajo la inspección de Ernesto Angermann, geólogo comisionado por el Instituto Geológico Nacional le calculó su peso en 25 toneladas. La pieza para su custodia tenía una puerta enrejada de hierro, para que el meteorito pudiera mirarse perfectamente desde afuera, y a fin de que se percibiera con toda la claridad, se le abrió una ventana de hierro por otro lado, por donde recibía luz. Se le colocó al frente, en la parte superior de la puerta, una placa de madera con la inscripción: Meteorito. Propiedad nacional. Año de 1902.¹²²



Imagen 3.5 Meteoritas en el pórtico de la Escuela Nacional de Ingenieros (1896). Fuente: AHIG, caja 536, lám. VII, en proceso de catalogación.

Distinta era la realidad para otros objetos científicos, como los fósiles; tendrían que pasar años para que tuvieran protección legal. En marzo de 1923 se giró una circular a Leopoldo Salazar Salinas, director del Instituto Geológico de México, en respuesta a una inquietud referente a la legislación

¹²² AHIG, caja 57, f. 4, en proceso de catalogación.

mexicana, en la que el geólogo expresaba que nada hasta ese momento se había legislado respecto a las sustancias petrificadas llamadas fósiles, a fin de evitar su salida del territorio.

Los fósiles no tenían ningún valor industrial apreciable pero si una importancia científica, no obstante se creía que pertenecían en propiedad al dueño del terreno donde se encontraban o a la persona que los descubría, por considerárseles minerales denunciados. Tal situación era más alarmante, pues eran vendidos a precios risibles a paleontólogos o geólogos extranjeros, “privando así a nuestros museos de ejemplares preciadísimos por su rareza”.¹²³

Por medio de la circular de la Secretaría de Estado y del Despacho de Fomento en el mes de marzo de 1923, “se prohibía terminantemente la exportación, enajenación, explotación o destrucción de toda materia de origen orgánico, más o menos petrificada, que sea encontrada en las capas terrestres; asimismo que las materias mencionadas deberán ser puestas a disposición del Instituto Geológico de México, para su clasificación y estudio, siendo dicha dependencia, la que acordará lo conducente”.¹²⁴ Su protección se incluyó en el artículo 27 de la Constitución de 1917 que estableció que los fósiles eran propiedad de la Nación.

Otro de los temas novedosos en los que incursionaron los ingenieros científicos fue sobre el origen del hombre en América, conocimientos conectado con la prehistoria, la arqueología y la antropología, disciplinas y especialidades surgidas durante el siglo XIX.¹²⁵ En este tenor, en el último tercio del siglo se dieron a conocer los primeros hallazgos sobre el hombre del Valle de México, lo que originó la discusión sobre su antigüedad y la veracidad de los hechos con otros hombre de ciencia extranjeros.¹²⁶ Destacaron los primeros estudios sobre el hombre del Peñón que hicieron los ingenieros Antonio del Castillo y Mariano Bárcena, quienes en 1885 se aventuraron a brindar explicaciones desde su área de especialización, aunque vinculando sus apreciaciones con la emergente paleoantropología, cultivada por la élite concentrada principalmente en el Museo Nacional.¹²⁷

En el ocaso del siglo XIX, destacaron otros hallazgos fósiles, huellas de pies humanos y vestigios de industria humana, sepultados bajo la lava del pedregal de San Ángel y en Amanalco, Estado de México. Estos descubrimientos fueron difundidos en diversos órganos de expresión dada

¹²³ AHIG, caja 552, ff. 6, 26, en proceso de catalogación; cf. Bowler, *Historia*, 1998, pp. 83-86.

¹²⁴ *Ibidem*.

¹²⁵ Cf. García Murcia, “Perspectiva”, 2011, pp. 121-142; Guevara Fefer, “Danza”, 2004, pp. 141-156; González Dávila, “Doctor Nicolás”, 2004, pp. 157-200; Brambila Paz *et al.*, “Anales”, 2004, pp. 243-274; Rutsch, “Sobre historia”, 2004, pp. 275-292.

¹²⁶ Bárcena, “Contestación”, 1886, pp. 286-266. En este artículo se hace referencia a una carta del profesor Newberry acerca del Hombre del Peñón, véase Newberry, “Antropología”, 1886, pp. 284-285.

¹²⁷ Castillo, *et al.*, *Antropología*, 1885, 20 p. Este mismo estudio se difundió en *La Naturaleza*, t. VII, 1886, pp. 258-264; cf. Cuevas *et al.*, “Invención”, 2005, pp. 185-217.

su importancia, ya que fueron las primeras descripciones e interpretaciones del hombre en América hechas por la elite que se congregó en el Museo Nacional, la Escuela Nacional de Agricultura, la Escuela Nacional de Ingenieros, el Instituto Médico, el Instituto Geológico y la Sociedad de Historia Natural, a través de las aportaciones hechas por Mariano Bárcena,¹²⁸ Antonio del Castillo, Luis G. Becerril, Jesús Sánchez¹²⁹ y Alfonso L. Herrera,¹³⁰ quienes tendieron un puente entre la geología y la antropología nacional.

En suma, los fósiles y las meteoritas fueron un orgullo nacional para la nación mexicana, de ahí el estudio y protección que merecieran. El estudio de estos objetos y de los restos humanos evidenció la concepción secularizadora sobre el origen del hombre en la Tierra, como producto de la evolución de las razas y el espacio terrestre habitado por él desde hacía miles de años y el que había sufrido cambios bruscos para lograr su conformación actual.

7.2 La proyección internacional a través de los congresos geológicos

Los congresos geológicos internacionales fueron, han sido y son, el foro para la presentación de trabajos prácticos, de observaciones sobre el terreno y de trabajos esenciales o científicos, orientados a la socialización del conocimiento, la estandarización de modelos científicos, la confección de una nomenclatura y clasificación de rocas, la homogenización de un lenguaje científico, dada la relevancia de la ciencia geológica en el orden mundial por las implicaciones en la industria.¹³¹ Asimismo, los congresos apostaron por el intercambio de conocimientos de distintos estados y naciones a través de las publicaciones que permitieron la difusión de manera formal de los resultados de las investigaciones sujetas a un arbitraje y criterios de publicación.

En 1876, en el marco de la Exposición Universal de Filadelfia, una centena de científicos concibió la idea de congregarse a sus pares con el propósito de contribuir y sumar esfuerzos en todas aquellas investigaciones y temas concernientes al estudio de las ciencias geológicas, pues consideraban necesario contar con un foro especializado donde se discutieran y homologaran los modos de operar en dichas disciplinas, especialmente la geología, ciencia que para el último tercio del siglo XIX contaba

¹²⁸ Bárcena, “Nuevos”, 1886, pp. 265-270; Bárcena, “Notice”, 1885, pp. 739-744; Bárcena, “Fossil”, 1886, pp. 633-635.

¹²⁹ Sánchez, “Importancia”, 1895, pp. 386-396. Se ocupa brevemente los agentes y periodos geológicos considerados por los aztecas y de las huellas de pies humanos en la roca encontradas por el Sr. Luis G. Becerril en las cercanías del pueblo de Rincón de Guadalupe, municipalidad de Amanalco de Becerra, distrito de Valle de Bravo, Estado de México, transcribiendo apuntes del señor ingeniero D. Antonio del Castillo; Sánchez, “Nota”, 1899, pp. 199-219.

¹³⁰ Herrera, “Hombre”, 1894, pp. 17-56.

¹³¹ Los temas discutidos en el Congreso pueden verse en *Compte Rendu*, 1907, pp. 22-32.

en su haber con grandes avances, y su utilidad y aplicación en beneficio de la sociedad quedaba manifiesta.

En la feria de Filadelfia se exhibieron varias muestras de minerales, fósiles, mapas y otros objetos de interés geológico, que inspiraron a organizar un congreso especializado.¹³² Fue así que dos años más tarde, en 1878, la Sociedad Geológica de Francia inauguraba el primer congreso geológico Internacional en la capital cultural del mundo occidental: París.¹³³

En esa primera reunión se establecieron los objetivos, la organización y la logística a alcanzar en cada sesión, que se llevaría a efecto cada tres o cuatro años. Tendrían una duración de una semana, en la que se verificaría la presentación de trabajos de interés para las ciencias geológicas; se estudiaría la constitución geológica y recursos minerales del país anfitrión, por medio de itinerarios de viaje o excursiones apoyadas con libretos guías que facilitarían el recorrido y darían una idea lo más completa de la región visitada; se buscarían medios de financiamiento, tanto públicos como privados para su realización.

También se fijó que se sometería a votación la elección del congreso siguiente; se publicarían las memorias o *compte rendu* de cada congreso, en idioma francés, que incluiría datos relativos a la organización, desarrollo, acuerdos y clausura de la sesión; además, se organizarían comisiones permanentes para el estudio de fenómenos geológicos de competencia internacional y se premiarían los trabajos de mayor interés. Así las reuniones, aglutinaron a la selecta comunidad geológica internacional cada tres o cuatro años.¹³⁴

Las ciudades sede de los congresos verificados en el siglo XIX tuvieron como escenario Europa, excepto la V sesión celebrada en los Estados Unidos de América (véase apéndice), posiblemente ello obedeció a la tradición geológica de aquellos países, que desde las primeras décadas del siglo contaron con establecimientos científicos dedicados al estudio de la Tierra. No siendo el caso de los estados latinoamericanos, que contarían con algún organismo oficial en el último tercio del siglo XIX o el siguiente siglo.

En este escenario los hombres de ciencia mexicanos gozaban ya de un reconocimiento mundial, toda vez que desde el primer congreso celebrado en París en 1878, los ingenieros científicos habían

¹³² *Ibidem*, p. 97.

¹³³ El "Comité Fundador" de ese primer congreso geológico estuvo integrado por: "presidente: James Hall (Estados Unidos), secretario: T. Sterry Hunt (Canadá), miembros: William B. Rodgers, J. W. Dawson, J. S. Newberry, C.H. Hitchcock, R. Pumpelly, J.P. Lesley (Estados Unidos y Canadá); T. H. Huxley (Gran Bretaña); Otto Torrel (Suecia) y E. H. de Baumhauer (Países Bajos)". *Informe*, 1959, p. 10.

¹³⁴ Rubinovich, Ezequiel, *Ordóñez*, 1998, p. 98.

asistido de manera consecutiva a cada reunión. Ello explicaría la elección del Comité ejecutivo reunido en Viena (1903), para ofertar la décima reunión a nuestro país gobernado por Porfirio Díaz, “Protector del Congreso”, y cuyas políticas públicas en lo concerniente al fomento de los quehaceres científicos, técnicos y culturales contaban con un gran apoyo y estaban orientadas a la modernización de la nación, a través del mejoramiento y promoción de su imagen en el exterior.

El gobierno mexicano auspició la participación de los mexicanos en certámenes internacionales como exposiciones y congresos. Materialmente se dotó de una infraestructura científica y se promovió la construcción de edificios destinados a la investigación y enseñanza de las ciencias. Fue así que casi treinta años después de concebida la idea de organizar estas reuniones científicas, México abrió sus puertas a un evento de talla internacional.

Hasta 1929 se habían organizado quince congresos geológicos, a los que asistió la delegación mexicana, pues dicha actividad formó parte de las funciones de los empleados del Instituto Geológico. En 1910 se celebró la XI sesión en Suecia, cuyo tema central fueron los recursos minerales de hierro en el mundo. La siguiente sesión tuvo lugar en Canadá en 1913 y fue el “Congreso del Carbón”, pues el tema principal fueron los recursos hulleros mundiales. Debido al estallido de la Primera Guerra Mundial, luego de nueve años, en 1922 se efectuó la XIII sesión en Bruselas, mientras que la XIV sesión se realizó en España siendo el tema conductor las reservas mundiales de fosfatos y piritas. Para 1929 se celebró la XV sesión en Pretoria conocido como el “Congreso del Oro”, ya el tema prominente fue sobre los recursos auríferos del mundo,¹³⁵ sin embargo la delegación mexicana no asistió por la escases económica, aunado que para tal fecha el Instituto Geológico de México debatía su traslado a la Universidad Nacional de México (véase tabla 3.3).

¹³⁵ Ordóñez, *Instituto*, 1946, pp. 45-47; Santillán, *Anuario*, 1933, pp. 153-155.

TABLA 3.3
PARTICIPACIÓN DE MÉXICO EN LOS CONGRESOS GEOLÓGICOS INTERNACIONALES
(1878-1929)

Año	Sesión	Lugar	Delegados	
1878	1ª sesión	París	Antonio del Castillo	
1881	2ª sesión	Bolonia	Antonio del Castillo	
1885	3ª sesión	Berlín	Antonio del Castillo	
1888	4ª sesión	Londres	Antonio del Castillo	
1891	5ª sesión	Washington	Antonio del Castillo y José Guadalupe Aguilera	
1894	6ª sesión	Zúrich	Antonio del Castillo	
1897	7ª sesión	San Petersburgo	José G. Aguilera	Ezequiel Ordóñez
1899	Congreso Internacional de Hidrología, Climatología y Geología	Lieja	José G. Aguilera	
1900	8ª sesión	París	José G. Aguilera	Ezequiel Ordóñez
1903	Segunda Conferencia Sismológica Internacional	Estrasburgo	José G. Aguilera	
1903	9ª sesión	Viena	José G. Aguilera	Ezequiel Ordóñez
1906	10ª sesión	México	José G. Aguilera	Ezequiel Ordóñez
1910	11ª sesión	Estocolmo	José G. Aguilera Ezequiel Ordóñez	Carl Burckhardt
1913	12ª sesión	Toronto ¹³⁶	Ezequiel Ordóñez Teodoro Flores Trinidad Paredes Fernando Urbina W. Mac Neil Francisco Xavier Rojas	Juan de D. Villarello Ponciano Aguilar Ernesto Anngergerman W.H. Wixon
1922	13ª sesión	Bruselas	Ezequiel Ordóñez Santillán	Rafael Aguilar
1926	14ª sesión	Madrid	Gonzalo Vivar	Rafael Aguilar y Santillán
1929	15ª sesión	Pretoria	Juan de D. Villarello No hubo delegación mexicana	

Fuente: AGN, Fomento, Exposiciones Extranjeras, caja 1, doc. 16, ff. 14-14v; Cserna, "Evolución", 1990, pp. 12-13; Rivero, *op. cit.*, pp. 25-27; Aguilera *et al.*, "Breve", 1897, pp. 81-87; Rubinovich, *Ezequiel*, 1998, p.125, 134; Ordóñez, "Instituto", 1946, pp. 45-47.

¹³⁶ "Méjico", 1913, p. 4. El general Victoriano Huerta, presidente de la República aceptó la invitación para que nuestro país participara en el congreso y aprobó la designación del personal que debería asistir en representación de México.

7.2.1 La celebración del Xº Congreso Geológico Internacional en México (1906)

Entre agosto y septiembre de 1906 se celebró en México el Xº Congreso Geológico Internacional (X CGI), una verdadera fiesta del conocimiento organizada por el Instituto Geológico. Para esa fecha, la elite científica contaba con los recursos institucionales para recibir a la comunidad científica internacional; entre estos cabe mencionar su hermoso centro científico, el personal calificado y las diversas publicaciones con que contó.

Los investigadores del Instituto Geológico habían demostrado un amplio conocimiento en la disciplina, a través de obras y tratados geológicos que dieron a conocer en sus órganos de divulgación: el *Boletín* (1895), que diera a la luz el primer *Catálogo Paleontológico de México*, el *Primer Bosquejo Geológico de México* y la *Carta Geológica Minera*, bajo la dirección de Antonio del Castillo, así como la revista *Parergones* (1903). También se habían publicado una serie de investigaciones petrolíferas en la Planicie Costera del Golfo, principalmente en la región de Tampico-Tuxpan, conocida como “región de la Huasteca”, para conocer las posibilidades en la extracción de hidrocarburos.¹³⁷

Otras obras de indudable valor eran las publicadas en el *Boletín* del Instituto Geológico de México, entre las que se pueden citar: “Datos para la Geología de México” (1893) de Ezequiel Ordóñez y José G. Aguilera, de este último también “Reseña del desarrollo de la Geología en México” (1904) publicado en el *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* (1905), así como un importante número de artículos impresos en los órganos de expresión de las principales sociedades científicas mexicanas, particularmente en *La Naturaleza*, órgano difusor de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, el *Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística*, las *Memorias de la Sociedad Científica “Antonio Alzate”* y los *Anales del Museo Nacional*,¹³⁸ que tenían como objetivo “adelantar y propagar las ciencias naturales, con énfasis especial en el conocimiento del propio país.”¹³⁹

En la sesión del X CGI sobresalió la participación de los geólogos mexicanos a través de los trabajos de investigación presentados por el director del Instituto Geológico, el ingeniero José G. Aguilera intitulados “Les volcans du Mexique dans leurs relations avec le relief et la tectonique générale du país”, acompañado de dos cartas, y “Aperçu sur la Géologie du Mexique pour servir d’explication á la Carte géologique de l’Amérique du Nord”; así como el trabajo de Juan de D.

¹³⁷ Cserna, “Evolución”, 1991, pp. 11-16.

¹³⁸ Cf. Aguilar y Santillán, *Bibliografía*, 1908, 330 p.

¹³⁹ Capel, “Asociacionismo”, 1993, p.412.

Villarello, “Sur le remplissage de quelques gisements métallifères”; lo que se tradujo en un logro académico para el Instituto Geológico, al formar parte de trabajos de interés internacional.

Gran parte de la élite económica, política¹⁴⁰ y científica en y de México participó en el evento. Se contó con la protección de los gobiernos federal y estatal, la clase empresarial minera, petrolera y ferroviaria y naturalmente, los hombres de ciencia mexicanos y residentes en México.¹⁴¹ Estos grupos sociales, junto con los investigadores del Instituto Geológico de México integraron el Comité Ejecutivo del congreso (véase apéndice).



Imagen 3.6 Guillermo de Landa y Escandón, presidente del Ayuntamiento de la Ciudad de México llegando al Instituto Geológico Nacional el 6 septiembre de 1906, día de su inauguración. Fuente: Fototeca Nacional del INAH, SINAFO, número 34919.

El Comité de Organización solicitó “el concurso de todos los geólogos, tanto nacionales como extranjeros, residentes en México, profesores de geología de los Institutos Científicos de todos los estados, gerentes de compañías industriales y mineras” para brindar las mejores condiciones a los congresistas, a través de las circulares que la Secretaría de Fomento envió a lo largo y ancho de la

¹⁴⁰ Tomaron especial participación los gobernadores de los estados mineros y petroleros de Coahuila, Durango, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Puebla y Zacatecas.

¹⁴¹ *Compte Rendu*, v. 1, 1907, pp. 17 y 89.

República Mexicana.¹⁴² La delegación mexicana se integró con el personal de la Comisión Geográfico-Exploradora, la Escuela Nacional de Ingenieros, la Escuela Práctica de Minas, la Escuela Normal de Profesores, la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, la Sociedad Mexicana de Historia Natural, la Sociedad Científica “Antonio Alzate” y la Sociedad Geológica Mexicana.¹⁴³

La celebración del congreso significó un gran acontecimiento tanto para los científicos mexicanos, quienes habían imitado el ejercicio intelectual de las naciones desarrolladas, como para sus pares de otras latitudes que acudieron con interés a esta tierra; para el gobierno en turno, porque tanto el evento y las instituciones anfitrionas emanaban directamente de él. Entonces puede entenderse como una celebración de carácter netamente oficial con intereses públicos y profesionales. Por lo tanto es sugerente hablar del X Congreso como la primera oficialización del peregrinar de viajeros que recorrieron el territorio mexicano en las diversas épocas.¹⁴⁴

En cuanto a los asistentes, hubo 321 presentes y 707 inscritos.¹⁴⁵ Evidentemente destacó el contingente nacional en cuanto a número, sin desdeñar a las figuras políticas de varias partes del orbe que acompañaron a sus respectivas delegaciones, pero el país con mayor presencia fue Estados Unidos, por la vecindad, por la cercanía y por los intereses en la minería y petróleo mexicano.

El Congreso se celebró entre los días 6 y 14 de septiembre de 1906. La inauguración y la clausura del evento se llevaron a cabo en el Salón de Actos de la Escuela Nacional de Ingeniería,

¹⁴² *Ibidem*, p. 3.

¹⁴³ *Ibidem*, pp. 6-10. El Comité de Organización estuvo conformado, en orden alfabético, por: Ponciano Aguilar, Rafael Aguilar y Santillán, José Guadalupe Aguilera, coronel M. Ahumada, Maximino Alcalá, Andrés Aldasoro, Eugenio Almazán, Ernesto Argermann, Ángel Anguiano, J. Árbol y Bonilla, P. Argüelles, Manuel Balarezo, Emil Böse, J. Brittingham, W. J. Browning, Carlos Buckhardt, Miguel Bustamante, M. Cárdenas, Luis Carrión, Ezequiel Chávez, I. G. Córdova, Ramón Corral, F. G. de Cosío, Enrique Creel, T. Dehesa, H. M. Dieffenbach, Ed. Doheny, N. Domínguez, P. Espejo, L. Espinosa, José Espinosa y Cuevas, Justino Fernández, Leandro Fernández, Manuel Fernández Leal, V. Ferrara, J. Fleury, Teodoro Flores, general A. García Peña, Jesús García y García, Aug. Genin, Edm. Girault, C. A. González, general Fernando González, general Manuel González Cosío, H. J. Hammond, José Ramón de Ibarrola, Guillermo de Landa y Escandón, Carlos F. de Landero, M. Leal, José Yves Limantour, E. H. Ludlow, M. E. MacDonald, Miguel Acevedo, Evaristo Madero, E. O. de la Madrid, G. Mancera, Ignacio Mariscal, general Mucio P. Martínez, Eduardo Martínez Baca, Aristeo Mercado, Gilberto Montiel Estrada, Rodolfo Muñoz, Severo Navia, J. Obregón González, Ezequiel Ordóñez, Ed. Pankhurst, Trinidad Paredes, Miguel Pastrana, Weetman D. Pearson, M. Peña, E. Pimentel, W. C. Potter, G. Purcell, Guillermo Beltrán y Puga, Joaquín M. Ramos, Gral. Bernardo Reyes, R. Robles, A. Romo, U. Samaniego, Carlos Sellerier, R. Servín, Justo Sierra, F. Valle, Victor de Vigier, Manuel Ma. Villada, Andrés Villafaña, Juan de D. Villarello, Paul Waitz y O. F. Westlund.

¹⁴⁴ Con motivo de la reunión celebrada en México en 1901 del *American Institute of Mining Engineers* (AIME), creado en 1871, se contempló la realización de excursiones por buena parte del territorio mexicano y estadounidense, así como la presentación de ensayos científicos. Dentro de sus miembros fundadores se encontraban los ingenieros Antonio del Castillo y Manuel María Contreras y como miembros asociados un buen número de personajes involucrados en el X CGI, como Richard E. Chism, Ezequiel Ordóñez, Luis Salazar, José Guadalupe Aguilera, Eduardo Martínez Baca, y Rafael Aguilar y Santillán.

¹⁴⁵ *Compte Rendu*, v.1, 1907, p. 86.

mientras que las sesiones ordinarias del congreso tuvieron lugar en la nueva sede del Instituto Geológico Nacional, cuya inauguración oficial fue el 6 de septiembre de 1906 en el marco del X CGI.

En el curso del evento se presentaron 33 conferencias, que fueron incluidas dentro de las sesiones ordinarias y con temas de interés local, pero, además, se organizaron cuatro foros de discusión por especialistas, teniendo como eje temático: las condiciones del clima y épocas geológicas, las relaciones entre la tectónica y las masas eruptivas, el origen de los depósitos de metal, la clasificación y nomenclatura de rocas.¹⁴⁶



Imagen 3.7 Asistentes al Xº Congreso Geológico Internacional. Fuente: Rubinovich, *et al.*, *Ezequiel*, 1998, p. 104.

Fue en este clima de diálogo en que surgieron propuestas y acuerdos entre hombres de ciencia de distintas naciones. El Comité Ejecutivo, siguiendo los estándares de los congresos anteriores, publicó 31 *libros guías* de las excursiones, destinados para facilitar el estudio de los lugares a visitar por los congresistas. También se publicaron los resultados de la X Sesión, desde los preparativos iniciados en 1904 hasta el día de la clausura, el 14 de septiembre de 1906, bajo el título de *Compte Rendu*,¹⁴⁷ en lengua francesa, -que “no sólo es el idioma de la diplomacia, sino también el de la ciencia en los

¹⁴⁶ Los temas de las conferencias pueden verse en Morelos *et al.*, “Exploraciones”, 2012, pp. 148-152. Cf. *Compte Rendu*, v. I, 1907, pp. 30-33.

¹⁴⁷ *Compte Rendu*, v. 1, 1907, p. VIII.

tiempos modernos, como en la antigüedad lo fue el latín-¹⁴⁸ dividido en dos volúmenes ricamente acompañados de mapas, planos, perfiles y cortes.

En estos volúmenes se encuentran los discursos pronunciados por las autoridades políticas mexicanas y algunos geólogos europeos y norteamericanos que intervinieron en las sesiones. Además, se distribuyó la Carta Geológica de la América del Norte en 4 hojas, y a manera de anexo al *Compte Rendu*, un *Plano* y una *Guía ilustrada de la Ciudad de México*. Podríamos resumir señalando que el gobierno federal destinó una importante partida presupuestal de 164, 000 pesos para los gastos de organización, la preparación de los viajes y la impresión de los Libros-Guía.¹⁴⁹

7.2.2 Recorridos científicos por la “cornucopia” mexicana

Durante la celebración del congreso se organizaron excursiones antes, durante y después de la reunión académica en la Ciudad de México, sumando en total treinta y una. El recorrido por la “cornucopia”¹⁵⁰ abarcó gran parte de la República Mexicana, especialmente aquellas regiones de importancia geológica, petrolera, industrial e histórica y siguiendo el tendido de las vías del ferrocarril (véase imagen 3.8).

Cada excursión estuvo a cargo de un investigador del Instituto Geológico y para el efecto se prepararon con antelación treinta y un libros-guía del lugar visitado, en el que se incluía información histórica, económica y científica de interés. Las excursiones antes del congreso se organizaron entre el 20 de agosto y el 1º de septiembre de 1906 y fueron las correspondientes a las regiones este, sur y oeste del territorio. Se recorrió el tramo de Ciudad de México a Jalapa, con el objetivo de estudiar los terrenos Cretácico y Terciario, las rocas neo volcánicas y fósiles marinos; además se visitaron la Cervecería de Orizaba y la Fábrica de Río Blanco.

La excursión del sur, de ocho días de duración, partió el lunes 20 de agosto de la estación del Ferrocarril Central Interoceánico hacia Tehuacán, Puebla, Oaxaca y Mitla. Se visitó Zapotitlán y San Juan Raya, importantes sitios desde el punto de vista geológico y paleontológico.

Las excursiones al oeste fueron divididas en dos rutas simultáneas: una al volcán del Jorullo situado en Michoacán, y la otra a San Andrés, Michoacán y al Volcán de Colima, con la finalidad de recorrer las regiones neo-volcánicas y géiserianas. Se estudiaron los terrenos estratificados ricos en

¹⁴⁸ Rivero, “Descripción”, 1892, p. 22.

¹⁴⁹ *Compte Rendu*, v. 1, 1907, p. IX.

¹⁵⁰ Real Academia, *Diccionario*, 2001. Vaso en forma de cuerno que representa la abundancia.

lignítas, hierro y cinabrio, los geólogos ascendieron al Nevado de Toluca, se visitó el lago de Pátzcuaro y el volcán del Jorullo, estudiado por el barón de Humboldt. En San Andrés se visitaron los géiseres, los yacimientos de lignítas y el Volcán de Colima.¹⁵¹

Las excursiones organizadas *durante* el curso de las sesiones del congreso fueron cuatro, todas de un sólo día: la primera a región minera de Pachuca, la segunda al malpaís de San Ángel para estudiar el cono volcánico del Xitle, al noreste del Ajusco, la tercera a Apasco y la última a Cuernavaca, donde apreciaron las formaciones volcánicas causadas por las erupciones de los volcanes “Ajusco, Xitli, Teutli y Xicalco” y el Jardín Botánico del Palacio de Cortés.

Las excursiones *después* de las sesiones del congreso fueron dos, una hacia el norte y otra hacia el Istmo de Tehuantepec. La primera se realizó con la finalidad de estudiar los terrenos Triásico, Jurásico y Cretácico, los animales marinos fósiles, las rocas eruptivas, las relaciones entre la tectónica y las masas eruptivas, las minas de plomo, cobre, carbón y petróleo. Se recorrieron porciones de Guanajuato, Zacatecas, Durango, Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí y el Puerto de Tampico. Mientras que en la excursión al Istmo se visitó la región petrolífera de El Ébano, propiedad del empresario Edward Doheny. El señor Weetman Pearson, concesionario del Ferrocarril del Istmo, ofreció gratuitamente a los delegados una excursión de ocho días sobre el trayecto del Ferrocarril Nacional de Tehuantepec.

¹⁵¹ AHPM, 1895, I, 282, doc. 9, f.16.

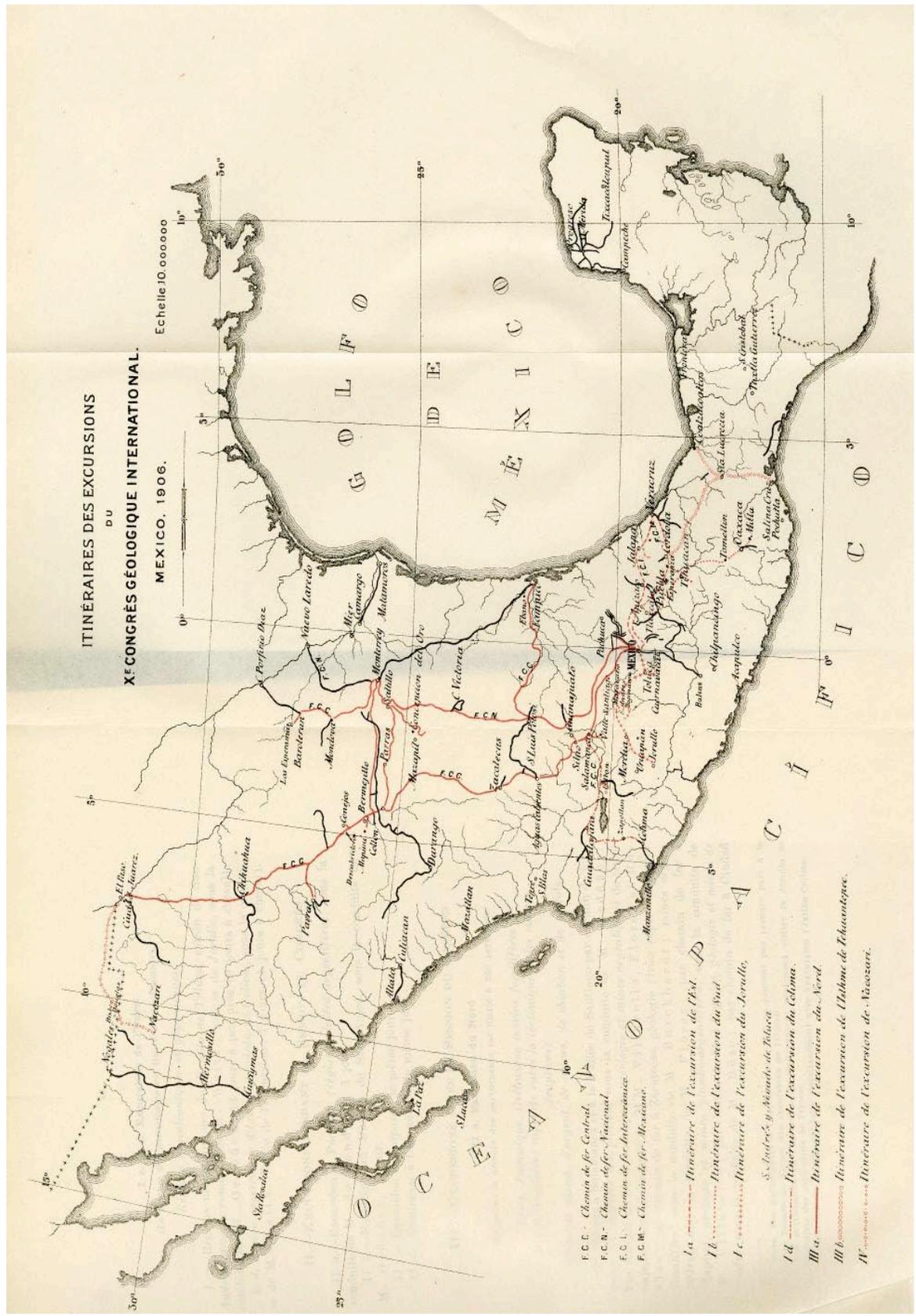


Imagen 3.8 Itinerarios de las excursiones del X^o CGI, México, 1906. Fuente: *Compte rendu*, 1907.

En cada uno de los sitios visitados, las autoridades locales facilitaron los recorridos geológicos, ofrecieron guías que conocían diestramente la región, organizaron recepciones, banquetes y fiestas en honor a los ilustres huéspedes. Como resultado de las actividades del congreso se generaron una serie de acuerdos y propuestas de impacto mundial, entre ellas la creación de una *Revista Bibliográfica Geológica Internacional*, la difusión y distribución de la *Carte Géologique de L'Amérique du Nord*, a escala 1: 5 000 000, elaborada por los servicios geológicos de Estados Unidos, Canadá y México y la Comisión del Ferrocarril Intercontinental, coordinada por el geógrafo Henry Gannet y el geólogo Bailey Willis;¹⁵² la creación de una *Revista Internacional de Geología* y de una *Revista Internacional de Geología, Paleontología y Petrografía*,¹⁵³ que sería al mismo tiempo el órgano oficial del congreso.¹⁵⁴

También se dieron a conocer diversas iniciativas, entre ellas la que hiciera el Sr. Offret para la creación de una Asociación Internacional de Geólogos, Paleontólogos y Petrógrafos. El profesor V. Uhlig propuso el estudio de las formaciones jurásicas y cretácicas dentro de las diversas regiones del globo y S.F. Emmons formuló la fundación de un Instituto modelo de geofísica.¹⁵⁵ Se presentaron los informes de la Comisión del Premio Spendiarioff,¹⁵⁶ que en este congreso se otorgó al Sr. Tschernyschew de Rusia, por su trabajo sobre “Los Braquiópodos del carbonífero superior de los Urales y del Timan”. Por su parte, el Comité de Organización del Congreso Internacional de Minas, Metalurgia, Mecánica y Geología Aplicadas hizo la propuesta de crear la Comisión para estudiar las variaciones del Grado Geotérmico, una Comisión Internacional de glaciares, otra para la Carta Geológica de Europa y la Comisión para establecer la publicación de *Paleontología Universalis*.¹⁵⁷

Los logros epistemológicos conseguidos en los 28 años de reuniones fueron entre otros, la unificación cartográfica y de la nomenclatura estratigráfica, la elección de las bases de la clasificación

¹⁵² Cserna, “Evolución”, 1991, p. 13. La Sociedad Geológica de América se reunió en Ottawa pocos años antes del X CGI, foro en que se nombró una Comisión compuesta por Russell, Aguilera, Bailey Willis, Adams y Hayes para que, bajo la presidencia del Sr. Russell, se preparara la carta. El Servicio Geológico de los Estados Unidos suministró los fondos necesarios para la impresión y publicación y el Instituto Geológico de México compró cierto número de ejemplares para que el gobierno hiciera la distribución entre los miembros del X CGI. La Carta se acompañó de dos noticias explicativas escritas por Bailey Willis, “Carte Géologique de L'Amérique du Nord”, y José G. Aguilera, “Aperçu sur la Géologie du Mexique pour servir d'explication á la Carte Géologique de L'Amérique du Nord”, publicadas en las memorias del evento.

¹⁵³ *Compte Rendu*, v. 1, 1907, p. 129.

¹⁵⁴ *Ibidem*, pp. 98-99, 129.

¹⁵⁵ *Ibidem*, p. 102.

¹⁵⁶ *Idem*. El premio se otorgaba a científicos que por los trabajos desarrollados merecieran una distinción.

¹⁵⁷ *Idem*. Se acordó que dicha Comisión publicase reediciones completas de obras paleontológicas.

petrográfica, la uniformidad en la clasificación de los esquistos cristalinos y de las rocas eruptivas, así como la publicación de la *Paleontología universalis*.¹⁵⁸

8. PUBLICACIONES

La primera etapa del Instituto Geológico Nacional comprende los primeros años de actividad, entre 1891 y 1895, cuando nace oficialmente el organismo y acontece la muerte de su gestor, Antonio del Castillo.¹⁵⁹ Asimismo, en 1895 inició la publicación oficial del establecimiento, denominada *Boletín de la Comisión Geológica de México*, y a partir del segundo número llevó por título *Boletín del Instituto Geológico de México*, que fue el órgano de difusión de los trabajos elaborados por los empleados del establecimiento.¹⁶⁰ En el lapso de 1895 a 1929, mientras el Instituto permaneció bajo el dominio federal publicó de manera irregular, casi anualmente, 49 boletines dedicados a monografías geológicas, profusamente ilustradas con fotografías, láminas y planos.

A guisa de ejemplo, el número 1 llevó por título, “Fauna fósil de la sierra de Catorce, S.L.P.” de la autoría de los ingenieros Antonio del Castillo y José G. Aguilera, de 56 páginas, con 21 láminas. Este primer boletín “constituye un clásico para los estudiosos de los *ammonites* jurásicas del territorio de México”,¹⁶¹ ya que los autores se proponían confirmar la existencia del sistema Jurásico en México, describiendo la fauna más característica encontrada en las rocas cercanas a la población de Catorce e indicando la distribución geográfica del Jurásico en el país.

El *Boletín* número 2, de la autoría de Ezequiel Ordóñez, fue impreso en 1895 y llevó por título “Las rocas eruptivas del SO de la Cuenca de México”, dicho trabajo complementó el elaborado por Aguilera y Ordóñez que llevó por título “Las aguas del desierto” (1895),¹⁶² trabajo solicitado por Fomento para el estudio de los terrenos y el mejor aprovechamiento de las aguas, una vez terminados los trabajos del desagüe del Valle de México. Con esta publicación se dio comienzo a una serie de proyectos en que en conjunto elaborarían estos geólogos, los cuales detentarían, tras la muerte de Del Castillo, los puestos de director y subdirector, respectivamente.

Ejemplo de esta mancuerna, dieron a la publicidad el resultado de la Expedición al Popocatepetl (1895) que se organizó para examinar la producción de azufre en el volcán y en la que la ENI facilitó

¹⁵⁸ Aguilera, “Discurso”, 1907, p. 258. Morelos *et al.*, “Exploraciones”, 2012, p. 162.

¹⁵⁹ Rubinovich *et al.*, *Ezequiel*, 1998, p. 41.

¹⁶⁰ Cf. Gómez Caballero, “Historia”, 2005, pp. 149-185.

¹⁶¹ Rubinovich *et al.*, *José Guadalupe*, 1991, p. 8.

¹⁶² Aguilera *et al.*, *Estudios*, 1895, 34 p.; Rubinovich *et al.*, *José Guadalupe*, 1991, p. 7.

los instrumentos para los estudios de astronomía, meteorología, mineralogía y mecánica.¹⁶³ La memoria estuvo acompañada de un plano geológico de la zona en que se halla el camino de México al volcán y un perfil geológico en línea recta desde el Pico Mayor del volcán hasta la Ciudad de México, adoptando para el efecto, la Carta topográfica de la Comisión Geográfico-Exploradora, a escala 1: 100 000. Como esclareció Ángel Aguilar en 1917:

Los primeros estudios del Instituto fueron seguramente de especulación científica, sin que los asuntos en ellos tratados tuvieran una aplicación práctica inmediata, pero esto obedeció a la labor de preparación que necesariamente tenía que llevarse a efecto para entrar después, poco a poco, en la aplicación de estos conocimientos a la explotación de la industria minera, de la industria del petróleo, de la industria de los elementos no metálicos, del suelo de México y para el aprovechamiento en general de las aguas superficiales y subterráneas para las ingentes necesidades agrícolas. Así se explica por qué las primeras publicaciones se ocuparon del Bosquejo Geológico de México, del Catálogo Sistemático y Geográfico de las Especies Mineralógicas de la República Mexicana y de la publicación de la Bibliografía Geológica y Minera, además de estudios de vulcanología y paleontología.¹⁶⁴

El *Boletín* buscó la difusión de los estudios de carácter monográfico ya terminados, producto de las comisiones científicas y los estudios en el laboratorio realizados por el personal del establecimiento, llegando a constituir una publicación especializada en estudios de las ciencias de la tierra. Además, como producto oficial llevaba impreso el “sello de garantía” de que su contenido era enteramente científico, de experiencia probada y validada.¹⁶⁵

Por los mismos años, las contribuciones geológicas americanas se volvieron más numerosas en México, reflejando el despertar de los Estados Unidos hacia el potencial minero y petrolero de México.¹⁶⁶ Otra publicación del Instituto Geológico que dio la luz en 1903 fue la revista *Parergones* (del latín para, al lado, y ergon, obra) donde tendrían cabida estudios técnicos sobre geología, de formato corto e incluso aquellos no terminados. Dejó de circular en 1916 con el número 10 del tomo V, para dar paso a los *Anales del Instituto Geológico Nacional*, que “formarían cuadernos numerados sucesivos sin formar volúmenes con los estudios cortos y de oportunidad que vaya preparando el instituto”, el primer manuscrito fue un estudio de Emil Böse que llevó por título “Las aguas subterráneas de la región de Tehuacán”. Esta publicación se continuó publicando después de 1929.

¹⁶³ AHPM, 1894, II, 249, doc. 6, fs.10-10v; AHPM, 1894, II, 249, doc. 7, fs. 9-10. La lista de instrumentos incluyó: “4 termómetros centígrados, 2 termómetros de mínima y máxima, 3 geotermómetros, 1 barógrafo, 2 barómetros de cubeta, 2 psicómetros, 1 actinómetro, 1 péndulo reversible de Kaster, 1 termómetro para altas temperaturas, 2 niveles de mano, 1 microscopio de mano y 1 cronómetro”.

¹⁶⁴ Aguilar, *Instituto*, 1917, pp. 10-11; Santillán, *Anuario*, 1933, p. 27.

¹⁶⁵ AHIG, caja 526, f. 4, en proceso de catalogación; Gómez-Caballero, “Historia”, 2005, p. 153.

¹⁶⁶ Cserna, “Evolución”, 1991, p. 12.

Otra publicación coetánea de los *Anales* fueron los *Folleto de Divulgación*,¹⁶⁷ que iniciaron su circulación en 1919; fueron publicaciones económicas, destinadas a propagar en forma sencilla y de circulación oportuna asuntos que el Instituto estudiaba y que pudieran ser de interés al público capitalino, pero de manera particular para el del interior del país.

Otros trabajos realizados por los empleados del Instituto Geológico en sus primeros años fueron: “Reconocimiento de criaderos minerales, preferentemente de oro, en los Distritos de Magdalena y Arizpe en Sonora”; en el Distrito de Sinaloa; en los Cantones de Ameca y Autlán en Jalisco; en los Distritos de Zaragoza y Álvarez, de Guerrero; en los Distritos de Tenango del estado de México; y en Ixtlán y Barranca de Oro en Tepic; “Reconocimientos de criaderos de carbón de piedra en la Hacienda de Buenavista, en el Distrito de Zaragoza, y los de Zumpango del Río, en el Distrito de Bravos de Guerrero”, de la autoría de Trinidad Paredes y Juan de D. Villarello, entre otros.

Aunado a lo anterior, en 1904 el director del Instituto Geológico, José G. Aguilera y varios de los miembros del Instituto, entre ellos Ezequiel Ordóñez, Rafael Aguilar y Santillán, Ernesto Angermann, Faustino Roel, Ramiro Robles y Teodoro Flores fueron fundadores de la Sociedad Geológica Mexicana, de la que Aguilera fue su primer presidente, entrando en funciones el 1 de junio del mismo año. El propósito de la sociedad, según lo expresó el ingeniero, fue que “camine por un sendero enteramente práctico, de manera que no pierda el tiempo en discusiones estériles, sino que se ocupe desde luego de llenar su misión. Tiempo era ya, señores, de que los amantes de los hermosos y útiles estudios que la ciencia geológica abraza en su programa actual, se asocien, armonicen y cambien sus ideas”.¹⁶⁸

Las sesiones ordinarias de la asociación se realizaron en las instalaciones del Instituto Geológico. Además contó con su propio órgano de difusión, llamado *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, el cual fue concebido para aportar conocimientos y noticias de interés al gremio minero y para que éste contara con un espacio donde comunicar datos relacionados con la geología. Por ello, contrario al *Boletín* y la revista *Parergones* del Instituto Geológico de México, su arbitraje fue menos restringido.

Naturalmente, el *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* fue un canal de comunicación para los empleados del Instituto Geológico, entre los que se distinguieron José Guadalupe Aguilera, Ezequiel Ordóñez, Juan D. Villarello, Trinidad Paredes, Maximino Alcalá, Carl Burckhardt, Faustino Roel,

¹⁶⁷ Gómez-Caballero, “Historia”, 2005, p. 153.

¹⁶⁸ Rubinovich *et al.*, *José Guadalupe*, 1991, pp. 11-12.

Emil Böse, Pascual Ortiz Rubio, Leopoldo Salazar, Paul Waitz, Miguel Bustamante, Teodoro Flores, Fernando Urbina, Juan Salvador Agraz, Claudio Castro, Ernest Wittich y José Híjar y Haro. La primera época de la publicación se integró con ocho volúmenes de 1904 a 1912. Se compilaron las excursiones que realizaron los asociados a diferentes puntos del territorio nacional, estudios de corte histórico, relativos a los minerales y la actividad económica, accidentes geográficos, fenómenos geomorfológicos, geofísicos, paleontológicos y yacimientos petrolíferos.

Otra de las publicaciones en las que los geólogos del Instituto Geológico circularon su conocimiento fue el *Boletín de Agricultura, Minería e Industrias*,¹⁶⁹ *Boletín Minero*, *Boletín del Petróleo*, ambas dependientes de la Secretaría de Fomento, así como en los órganos de las sociedades científicas, entre las que destacó *El Minero Mexicano* y las *Memorias y Revista* de la Sociedad Científica “Antonio Alzate”.

Destacaron igualmente los estudios de geología aplicada, de manera particular sobre los sitios mineros del estado de Hidalgo, en el mineral del Chico y Pachuca, así como aquellos referidos a la hidrología e hidrogeología, que se define como “la hidrología interna dinámica que trata de la aplicación de la ciencia geológica al estudio de los fenómenos que constituyen el ciclo completo circulatorio de las aguas subterráneas”;¹⁷⁰ esta especialidad se desarrolló en el Instituto por la gran utilidad de sus resultados a la investigación de los recursos de aguas de la nación y en particular para la resolución de problemas ligados con el abastecimiento de agua potable a los habitantes de una región.

Los primeros estudios que inauguraron las investigaciones en el Instituto fueron elaborados por el ingeniero Juan de D. Villarello en los alrededores de Cadereyta, en Querétaro, en la comarca lagunera de Tlahualilo, Durango, en Pátzcuaro, Michoacán, en el borde meridional de la Cuenca de México y en Coahuila. Igualmente destacaron aquellos abocados al estudio de las aguas subterráneas del valle de Tehuacán, Puebla, de los municipios de Acatlán y Tulancingo, en Hidalgo, en el sureste de San Luis Potosí, en las faldas occidentales del Iztacíhuatl y en los alrededores de Tecatitlán en Jalisco. O aquellos ejecutados por el ingeniero los ingenieros Trinidad Paredes, Heriberto Camacho y Vicente Gálvez en la región lagunera de Tlahuililo, en el Río Verde y Arroyo Seco, en el estado de San Luis Potosí y Querétaro, en la falda occidental del Iztacíhuatl, en Morelia, entre otros.¹⁷¹

Se dio especial importancia al estudio de los recursos naturales, entre los que figuró el petróleo, haciendo excursiones a los terrenos petrolíferos en Tuxpan y Papantla en Veracruz, escogiéndose los

¹⁶⁹ Comenzó a publicarse en 1891 y dejó de circular en 1901. Se trató de una publicación mensual de la Secretaría de Fomento. Constó de las secciones: Agricultura, Minería, Industrias, Meteorología y Diversos.

¹⁷⁰ Flores, “Alocución”, 1941, p. 5.

¹⁷¹ *Ibidem*, p. 6.

fósiles característicos de las formaciones volcánicas del noreste de la República, con el objetivo de formar una cartilla con fotografías que facilitaran en el campo la identificación de dichas formaciones y se formó una bibliografía del petróleo que hasta 1914 contaba con 704 fichas. También, se llevaron a cabo estudios en la tecnología del petróleo que se ocupa de la refinación.¹⁷²

En cuanto a la cartografía, el Instituto Geológico, fue comisionado por la Secretaría de Fomento para formar la *Carta Altimétrica de la República*, aprovechando el gran número de datos que desde hacía varios años se habían estado coleccionando en el establecimiento. Para el efecto se nombró un empleado especial, para hacer la colección de datos altimétricos en las compañías de ferrocarriles y en oficinas cartográficas del gobierno.¹⁷³

Como se refirió anteriormente, hasta el 30 de abril de 1917 el Instituto Geológico de México dependió de la Secretaría de Fomento, pues con la reforma en la administración pública verificada en el gobierno de Venustiano Carranza se creó la Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo, quedando bajo su jurisdicción el Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos, en el que quedó incluido el Instituto Geológico a partir del 1 de mayo de 1917.¹⁷⁴

9. DIRECTORES, INTERINOS Y ENCARGADOS DEL INSTITUTO GEOLÓGICO DE MÉXICO

Bajo la atribución de la Secretaría de Fomento, el Instituto Geológico de México tuvo cuatro directores, un director interino y un encargado de la dirección. Antonio del Castillo fue el personaje que puso en marcha la Comisión Geológica Mexicana y fue nombrado jefe en el mes de marzo de 1888, y después, primer director hasta el 14 de julio de 1895.

Tras la muerte de Del Castillo, en 1895, se elevó a Aguilera al cargo de director, quien tomó posesión del empleo del 15 de julio de 1895 al 12 de octubre de 1912. A su vez, el ingeniero Ordóñez fue subdirector entre 1895 hasta 1906, una vez que concluyó el X Congreso Geológico Internacional celebrado en nuestro país. Tras su renuncia, se dedicó a la práctica privada de su profesión y abrió una oficina de consultoría para brindar asesorías a las compañías mineras y petroleras. Pero, regresó brevemente al Instituto para ocupar la dirección en dos periodos, el primero entre 1916 y 1918,

¹⁷² AHIG, caja 525, ff.19-21, en proceso de catalogación. “Informe de los trabajos ejecutados del 1o de julio de 1913 al 16 de septiembre de 1914”.

¹⁷³ *Ibidem*, pp. 33-34.

¹⁷⁴ AHUNAM, Instituto de Geología, Estadísticas, 1914-1930, caja 22, exp. 204, f. 34.

durante el gobierno de Venustiano Carranza y el segundo de 1945 a 1946, cuando el Instituto de Geología ya se había incorporado a la Universidad Nacional de México. Fue miembro de la Comisión Impulsora de la Investigación Científica creada en 1943, fue también miembro fundador del Colegio Nacional¹⁷⁵ y estudió *in situ* el volcán Parícutín y todavía aun, en 1949, un año antes de su deceso, fue un activo difusor científico a través del dictado de conferencias de su especialidad que incluyeron temas como la deforestación al clima de la Ciudad de México y sobre las provincias geográficas de México.

Su experiencia académica le dotó para contribuir a la geología de terrenos volcánicos fundamentalmente, aunque incursionó en diversos campos como la meteorítica, la petrología y en la geología del petróleo, actividad que desarrolló en la iniciativa privada. De la mano de su maestro, el ingeniero Antonio del Castillo, Ordóñez colaboró en la factura de los primeros mapas geológicos de mayor exactitud hasta entonces elaborados, entre los que puede citarse: *Bosquejo Geológico de la República Mexicana* (1889), el *Plano geológico de las minas de fierro de la ferrería de la Encarnación y del Distrito minero de San José del Oro*, levantado en 1888 e impreso en 1893, de este mismo año, el *Plano geológico y petrográfico de la cuenca de México región SW*, y el *Corte geológico de Acapulco a Veracruz*, junto con Aguilera y Emil Böse (1868-1927).

En suma, la carrera del ingeniero Ordóñez se orientó a las aplicaciones prácticas, más que a las investigaciones académicas, rasgo característico de una rama del conocimiento ligado a la industria. Se le reconoce como pionero de la geología en México, de fama mundial como vulcanólogo y más aun por haber sido el que descubrió el primer pozo y campo petrolero comercial en México, al haber localizado el pozo “La Pez No. 1”, cerca de Ébano, San Luis Potosí, en 1904.¹⁷⁶

Luego de 17 años al frente del Instituto Geológico, José G. Aguilera se separó del cargo para desempeñar el empleo de subsecretario de Fomento entre los años de 1912 a 1914. Le siguió en el empleo de director, Juan de Dios Villarello, del 14 de octubre de 1912 al 15 de julio de 1914, quien había sido su predecesor en el cargo de subsecretario de Fomento. A Aguilera se le nombró director por segunda ocasión, cargo que debía ocupar del 16 de julio de 1914 hasta el 28 de febrero de 1915,

¹⁷⁵ Fueron quince los miembros fundadores del Colegio Nacional: el novelista Mariano Azuela, el arqueólogo Alfonso Caso, el filósofo Antonio Caso, el músico Carlos Chávez, el educador Ezequiel A. Chávez, el cardiólogo Ignacio Chávez, el poeta Enrique González Martínez, el biólogo Isaac Ochoterena, el geólogo Ezequiel Ordóñez, el pintor José Clemente Orozco, el poeta y humanista Alfonso Reyes, el pintor Diego Rivera, el físico Manuel Sandoval Vallarta, el oftalmólogo Manuel Uribe Troncoso y el filósofo y educador, José Vasconcelos.

¹⁷⁶ AHIG, caja 551, ff. 40-41, en proceso de catalogación.

aunque quien estuvo de encargado interinamente del Instituto Geológico de septiembre de 1914 al 2 de febrero de 1915 fue Rafael Aguilar y Santillán, según él mismo lo expresó en una carta.¹⁷⁷

Fue bajo el gobierno constitucionalista, cuando se reorganizaron las labores de la institución, reforma verificada el 28 de septiembre de 1915, mientras Miguel Bustamante Chico ocupaba el cargo de director interino, empleo que ocupó del 3 de julio al mes de septiembre de ese año.¹⁷⁸ Al respecto, Manuel Santillán expresó:

la actuación de Villarello (en el Instituto) coincidió con etapas de conmoción política en la República, durante las cuales se gestaban trascendentales reformas sociales que trajeron la obligación de atender nuevas necesidades del país, “circunstancias que fueron bien apreciadas y comprendidas por el Director del Instituto (Ing. Villarello), quien adoptó nuevos métodos de trabajo para aplicarlos a las exigencias del cambio radical operado en el orden económico planeado entonces [...] que sirvieron de base para efectuar una serie de exploraciones encaminadas a la investigación y aprovechamiento de los recursos mineros, petroleros, de aguas, etc., de diversas regiones del territorio nacional.¹⁷⁹

Pese al movimiento armado revolucionario los trabajos no se detuvieron del todo, pues durante la administración de Villarello se emprendieron una serie de expediciones y comisiones geológicas a lo largo y ancho de la República Mexicana, por medio de estudios de geología general, minería, petróleo, materiales de construcción, tierras, arcillas y fertilizantes, programa que tendrían continuidad bajo la dirección del ingeniero Leopoldo Salazar Salinas.

Tras la reorganización de 1915, quedó al frente del Instituto Geológico de México el ingeniero Teodoro Flores, en calidad de encargado de la dirección, entre septiembre de 1915 y enero de 1916, pues el mes siguiente Ezequiel Ordóñez detentó el cargo de director, ocupándolo hasta el mes de febrero de 1918. Fue entonces bajo su mandato cuando el Instituto Geológico dejó de depender de la Secretaría de Fomento. A partir del mes de diciembre de 1917 hasta el 16 de noviembre de 1929 dependió de la Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo (véase tabla 3.4).

Anualmente los jefes de los departamentos, que integraban a cada una de las Secretarías de Estado, quedaban obligados a entregar un informe detallado de los trabajos realizados, según se estipuló en el artículo 93 de la Constitución de 1917.¹⁸⁰ A través de estos informes, (de los que no se han ubicado todos en forma consecutiva), pueden conocerse las actividades que llevó a cabo el

¹⁷⁷ AHPM, Colección Sociedad Científica “Antonio Alzate”, Correspondencia, 1932, mayo, s/f.

¹⁷⁸ AHIG, caja 525, f. 17, en proceso de catalogación.

¹⁷⁹ González, “Necrología”, 1946, p. 61.

¹⁸⁰ AHIG, caja 442, f. 1, en proceso de catalogación.

Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos y sus dependientes, particularmente con las expediciones territoriales como se verá en el siguiente capítulo.

Conclusiones

La geología institucionalizada vivió su “época dorada” entre los años de 1888 a 1911; a partir de esta fecha y hasta finales de 1915, como efecto de la lucha armada y de los vaivenes políticos y sociales el Instituto cerró temporalmente sus puertas en reiteradas ocasiones, por ejemplo en febrero de 1915 fue clausurado por órdenes de “un señor Ezequiel Pérez”.¹⁸¹ Ante este escenario, el gobierno constitucionalista decretó que el 28 de septiembre de 1915 se reorganizaran las labores de la institución.¹⁸² Incluso, entre 1914-1915 no se publicó ningún *Boletín del Instituto Geológico de México*, pero sí cuatro números de *Parergones*; por su parte, la Sociedad Geológica Mexicana nacida en 1904, quedó inactiva a partir de 1912.¹⁸³

En estos años aciagos el edificio del establecimiento sufrió por falta de cimentación adecuada un severo hundimiento, amenazando con la ruina del mismo, situación que se subsanó con las obras de reconstrucción, de reparación y de conservación a través de las inyecciones de cemento en el subsuelo para consolidar sus cimientos y las continuas nivelaciones que llevó entre 1915 y 1919 el ingeniero de minas austríaco Luis Bolland (1847-?),¹⁸⁴ topógrafo y traductor del Instituto.¹⁸⁵ Esta precaria situación preocupó al gobierno mexicano y llamó al famoso ingeniero Ezequiel Ordóñez –descubridor del primer pozo petrolero de uso comercial en México– para que se hiciera cargo del organismo.¹⁸⁶

En este capítulo se mostró el proceso de institucionalización de las ciencias geológicas en las postrimerías del siglo XIX, a través de las comisiones, las asociaciones, los establecimientos y congresos científicos que se organizaron, lo que sentó las bases para la consolidación de la comunidad

¹⁸¹ AHPM, Colección Sociedad Científica “Antonio Alzate”, Correspondencia, 1932, mayo, s/f. Esta declaración fue hecha por Rafael Aguilar y Santillán.

¹⁸² AHIG, caja 525, f. 17, en proceso de catalogación.

¹⁸³ Cserna, “Evolución”, 1991, p. 17.

¹⁸⁴ Luis Bolland Künhackl fue uno de los arquitectos paisajistas del emperador Maximiliano, pues trazó y ejecutó para el malogrado emperador el Paseo de la Emperatriz (Paseo de la Reforma), entre otras obras. Se casó con Leticia Palomo y procrearon dos hijas, María Luisa y Leticia, ésta última se casó en 1910 con Salvador Urbina Frías, hijo del célebre médico, farmacéutico y botánico Manuel Urbina (1843-1906) y hermano de Fernando Urbina Frías, geólogo del Instituto Geológico de México entre 1907 y 1918. Cf. Nickel, *Kaiser*, 2003, 93 p.; Quirarte, “Apuntes”, 2005, p.178.

¹⁸⁵ AHIG, caja 535, f. 14v., en proceso de catalogación; AHIG, caja 260, f. 21, en proceso de catalogación; Aguilar, *op. cit.*, p. 7.

¹⁸⁶ Cserna, “Evolución”, 1991, p. 17.

de geólogos y profesantes de la actividad, quienes contribuyeron a las diferentes especialidades que emergieron de la ciencia matriz, la geología.

La creación del Instituto Geológico de México significó un gran avance, una revolución en el campo del desarrollo científico pues impulsó la entrada de nuevos temas como la petrología, la meteorítica o bien, promovió el cultivo de otras especialidades como la paleontología. Además, los ingenieros científicos legitimaron su quehacer mediante el pago remunerado de su trabajo, el reconocimiento como expertos en cierta especialidad y la certificación de los saberes hacia la sociedad.

La diversificación temática y la importancia a nivel local e internacional de los estudios emprendidos por los empleados del establecimiento permitieron estrechar vínculos con la comunidad científica internacional. Ejemplo de lo anterior fue la celebración del X Congreso Geológico Internacional en 1906; su realización fue posible por la contratación de personal experto y la preparación especializada a los cuadros, por el apoyo presupuestal para cubrir la nómina de los investigadores y demás gastos en la investigación por parte del gobierno porfiriano. Además, se difundieron los resultados de investigación y se dio a conocer el registro de la literatura geológica nacional en el mundo científico, destacando las aportaciones individuales y colectivas de los hombres de ciencia organizados en torno al servicio geológico federal, quienes aportaron conocimientos a las ciencias y la economía, con miras a atraer la inversión de capitales y explotar los recursos propios.¹⁸⁷

En el lapso de 29 años, de 1888 a 1917, la contratación de personal extranjero fue una práctica común dentro del Instituto, lo que reveló la falta de personal especializado en México por esas fechas, pero por otro lado, la existencia de redes de colaboración y de trabajo entre los geólogos nacionales y la comunidad geológica internacional. Fue también la época de afianzamiento institucional para las ciencias geológicas, proceso que corrió paralelo a la consolidación del Estado Nacional. De allí que los geólogos jugaran un importante papel, en tanto corporación profesional y comunidad científica, con los grupos de poder.

Asimismo, en la transición política de 1914 y 1915 las actividades académicas y prácticas se paralizaron, se cerró temporalmente el Instituto Geológico de México, se destituyeron a varios empleados y se suspendió el *Boletín* de la Sociedad Geológica Mexicana. Estos espacios científicos restablecieron sus funciones en 1915, ya que estaban enfocados al quehacer del Estado, y siendo México un país minero y petrolero era preciso contar con un servicio geológico federal, aunado a la negociación que sortearon los geólogos con los grupos carrancistas para no ver afectadas sus

¹⁸⁷ AHUNAM, Escuela Nacional de Ingenieros, Académico, Planes y programas de estudio, cursos, caja 20, exp. 17, f. 517.

actividades. Pero también fue la época en la que el Estado, la industria y la academia convergieron en un mismo interés, traducido en la certificación de los profesionales, la normalización de la industria y la investigación.

Dada la necesidad de ingenieros de minas para la explotación minera y petrolera, tendido de ferrocarriles, ubicación de mantos acuíferos, entre otras, el México moderno se presentaba como un campo fértil para que esos ingenieros pudieran desarrollarse. Paradójicamente, fueron muy pocos los ingenieros mexicanos que lograron desarrollarse profesionalmente, dada la preferencia por los extranjeros. Fue en la instancia estatal donde los ingenieros científicos pudieron desenvolverse: se crearon escuelas de instrucción formal, institutos, órganos de difusión, públicos para la ciencia, en suma, la cultura científica implicó un proceso de objetivación y de mercantilización. Lo anterior explica el por qué los hombres de ciencia estuvieron al servicio de las corporaciones, de una ciencia al servicio del Estado, de la política y del poder.

Los ingenieros científicos analizados representaron a los científicos “alfa”,¹⁸⁸ a una minoría de la elite científica porfiriana, pues sus trabajos fueron de naturaleza aplicada que aspiraba a tener resultados, en tanto geólogos oficiales debían producir hechos, acumular conocimiento normalizado, seguir protocolos fijados, dentro de en espacios públicos generados o bajo la custodia del Estado.

¹⁸⁸ Comunicación personal de Gerardo J. Soto, octubre de 2013.

TABLA 3.4
DIRECTORES DEL INSTITUTO GEOLÓGICO DE MÉXICO Y DEL DEPARTAMENTO DE EXPLORACIONES Y ESTUDIOS GEOLÓGICOS,
1888-1929

Nombre	Periodo	Calidad	Profesión y año de obtención del título
Antonio del Castillo (1820-1895)	Marzo de 1888 al 14 de julio de 1895	Jefe de la Comisión Geológica Mexicana y director del Instituto Geológico de México	Ingeniero de minas (1845)
José Guadalupe Aguilera (1857-1941)	15 de julio de 1895 al 12 de octubre de 1912. 16 de julio de 1914 al 28 de febrero de 1915.	Director	Ensayador, apartador y beneficiador de metales (1880)
Rafael Aguilar y Santillán (1863-1940) ¹⁸⁹	Septiembre de 1914 al 2 de febrero de 1915	Encargado interino	Bibliógrafo
Juan de Dios Villarello (1869-1945) ¹⁹⁰	14 de octubre de 1912 al 15 de julio de 1914. 18 de septiembre de 1923 al 13 de febrero de 1929	Director	Ensayador y apartador de metales (1888); ingeniero de minas y metalurgista (1891); ingeniero topógrafo hidrógrafo (1888)
Miguel Bustamante Chico (1864-1934) ¹⁹¹	3 de julio de 1915 a septiembre de 1915	Director interino	Ingeniero de Minas y Metalurgista (1890)
Teodoro Flores Reyes (1873-1955) ¹⁹²	Septiembre de 1915 a enero de 1916	Encargado de la dirección	Ensayador y apartador de metales (1894); Ingeniero topógrafo hidrógrafo (1895); ingeniero de minas (1900)

¹⁸⁹ Rafael Aguilera y Santillán, nació el 4 de agosto de 1863 en la Ciudad de México y murió a los 77 años, el 26 de febrero de 1940. Fue hijo de Bruno Aguilar y Orendáin y de Concepción Santillán. Fue fundador de la Sociedad Científica “Benjamín Franklin” editor de la revista “La Linterna” y para 1884 fundó la Sociedad Científica “Antonio Alzate” junto con Marroquín Rivera, los hermanos Daniel y Joaquín Vélez, Cicero y Guillermo Beltrán y Puga. Martínez Portillo, “Necrología”, 1938, p. 254.

¹⁹⁰ Juan de Dios Villarello Soto-Carrillo nació el 29 de abril de 1869 en la Ciudad de México. Sus padres fueron el Lic. Juan de Dios Villarello Besares y María Elena Soto-Carrillo Flores. Fue invitado por José G. Aguilera a formar parte del Instituto Geológico en 1906. Contrajo matrimonio el 1 de noviembre de 1900 con María Rosa Muñoz Llaca en la Ciudad de México. Procrearon tres hijos: Fernando Antonio del Corazón de Jesús (1901), María del Carmen (1904) y Jorge Juan Luis Alfonso Máximo (1907). Fue catedrático del curso de mineralogía, geología y paleontología en la Escuela Nacional de Ingenieros del 15 de abril de 1891 al 15 de diciembre de 1894. González, “Necrología”, 1946, pp. 60-61; Flores, “Oración”, 1946, pp. 79-80; Sanchiz *et al.*, “Familia”, 2005, p. 153.

¹⁹¹ Nació en 1864 en la Ciudad de México. Falleció en 1934, a la edad de 70 años. Sus padres fueron el ingeniero Miguel Bustamante Chico (ca. 1833-1911) y María Chico Sagredo. Fue el primogénito y sus hermanos fueron Dolores, Federico, Francisco, Guillermo, Esther, Sofía, María de la Luz, Concepción y Elena, información disponible en gw.geneanet.org, consultada el 15 de junio de 2012.

¹⁹² Teodoro Flores Reyes nació en la Ciudad de México el 8 de abril de 1873. Sus padres fueron el ingeniero José Conrado Flores y Jerónima de los Reyes. Realizó sus estudios profesionales en la Escuela Nacional de Ingenieros, donde obtuvo los títulos de ensayador y apartador de metales (1894), ingeniero topógrafo e hidrógrafo (1895) e ingeniero de minas y metalurgista (1900). En el Instituto Geológico ocupó sucesivamente los puestos de geólogo, jefe de la Sección de Exploración, jefe de la Sección de Geología General, jefe de geólogos investigadores, encargado de la dirección de septiembre de 1915 a enero de 1916, director interino del 4 al 17 de septiembre de 1923 y del 22 de enero de 1941 al 31 de enero de 1945 y director de marzo de 1949 a febrero de 1955. Designado Investigador emérito en la Universidad Nacional Autónoma de México el 19 de agosto de 1950. Cargos externos: geólogo de la Dirección de Minas y Petróleo de la Secretaría de Fomento, Colonización e Industria y geólogo de la Sección de Exploraciones de la Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo. Fue miembro de diversas sociedades científicas en México y en el Extranjero. Falleció en 1955, cuando llevaba más de 52 años en el campo de la investigación. El cadáver fue despedido en el Panteón Civil de Dolores, a donde concurrieron todas las autoridades universitarias. *Gaceta UNAM*, 1955, p. 7. 190

	4 al 17 de septiembre de 1923	Jefe interino	
Ezequiel Ordóñez (1867-1950)	Febrero de 1916 a febrero de 1918	Director	Ingeniero topógrafo hidrógrafo (1893)
Leopoldo Salazar Salinas ¹⁹³	1 de abril de 1918 al 3 de septiembre de 1923 14 de febrero de 1929 al 20 de enero de 1932	Jefe del Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos	Ingeniero de minas y metalurgista (1894)
José C. Haro	6 de marzo al 6 de mayo de 1919	Director interino	Ensayador y Apartador (1878), ingenieros de minas (1880) e ingeniero civil (1882)

Fuente: Santillán, *Anuario*, 1933, p. 26; AHUNAM, Instituto de Geología, Estadísticas, 1914-1930, caja 22, doc. 199, fs. 1-3; AHIG, en proceso de catalogación, caja 468, fs. 75, 213 y 215; Base de graduados del Archivo Histórico del Palacio de Minería. Todos los directores obtuvieron su título en el Colegio de Minería y la Escuela Nacional de Ingenieros de la Ciudad de México.

¹⁹³ Leopoldo Salazar Salinas obtuvo el título de ingeniero de minas y metalurgista en 1894 en la ENI. Fue el 15 de marzo de 1918 cuando se hizo cargo de la dirección del IGN. Antes de esa fecha se dedicó a trabajar como geólogo e ingeniero minero. De 1913 a 1914 ocupó el cargo de superintendente del Departamento de Exploración y el de jefe de ingenieros en la Compañía Dos Estrellas, y también estuvo a cargo del Departamento de Geología de la misma empresa hasta 1916. En 1917 fue gerente de Dos Estrellas y Tlalpujahua Exploration Co., e ingeniero consultor de la Compañía Dos Estrellas. Antes de 1913 trabajó como ingeniero de minas en los campos de Pachuca, Guanajuato, Taxco, Pánuco de Coronado, El Chico y Tlalpujahua. Sus padres fueron Guillermo Salazar Salinas y Ana Espinosa de los Monteros. Contrajo matrimonio con Aurora Viniestra y procrearon a Guillermo y Leopoldo, éste último fue un destacado psiquiatra nacido en Pánuco, Durango el 17 de diciembre de 1898, quien realizó sus estudios preparatorios en la Escuela Nacional Preparatoria y los médicos, hasta el 4º año, en la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional, completándolos en la Facultad de San Carlos en Madrid. Fue profesor del curso de clínica médica en la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de México y a partir de 1925 fue médico del Manicomio de Mixcoac. Miembro fundador de la Sociedad Mexicana de Medicina Interna y socio fundador y presidente de la Sociedad para Estudios de Neurología y Psiquiatría. *Gaceta Médica*, v. 67, 1937, p. 434, cit. en Hernández Cruz *et al.*, “Esclerosis”, 2006; Terrones, “Geological”, 1922, p. 947.

IV.

El Instituto Geológico de México adscrito al
Departamento de Exploraciones y Estudios
Geológicos de la Secretaría de Industria,
Comercio y Trabajo (1917-1929)

La geología, una de esas pobres y pequeñas ciencias especulativas...” decía Renan mientras levantaba sus hombros. Y luego regresaba a la filosofía y a la historia – otras ciencias especulativas-.

Los geólogos, al menos, ven y tocan; observan hechos. Al no poder observarlos todos, se equivocan –a menudo; pero sus errores son corregidos uno detrás del otro. En suma, la geología está en progreso. No podríamos decir lo mismo de las ciencias especulativas que Renan prefería.

Un atractivo campo de estudio para el geólogo es México, explorado ahora en todos los sentidos hasta grandes profundidades. Muchas de las teorías basadas en observaciones parciales y superficiales ahora son tomadas por falsas. Se cae en cuenta que México era poco conocido y mal conocido. Si el señor de Launay viniera aquí, sin duda modificaría algunas de las frases citadas líneas arriba:

Un país cuyo suelo geológico es, en general, tan joven como el de México... México o todo el territorio, podría así decirse, pertenece a la zona eruptiva reciente...o las incrustaciones metalúrgicas son relativamente recientes, etc.

Eso es juzgar desde lejos...

Louis Lejeune, *Sierras Mexicaines. Mines at Mineurs*, 1908.

Entre 1911 y 1917 el desarrollo de la ciencia marchó irregularmente a causa de los acontecimientos políticos y sociales que derivaron –entre otras cosas-, en el cierre temporal de las escuelas nacionales, los observatorios y los diversos espacios científicos entre los que se ubicaban los institutos de investigación, tales como el Instituto Médico Nacional y el Instituto Geológico de México. Para el caso de este último, el estado de guerra y la situación de inestabilidad trajo como consecuencia la separación de una parte de los investigadores, la suspensión o postergación de las actividades académicas que incluían las comisiones de exploración, y de manera adicional, la amenaza de ruina del edificio que ocupaba el establecimiento geológico desde principios de siglo.

Una vez que las huestes constitucionalistas lideradas por Venustiano Carranza ocuparon el gobierno, desde 1914 y hasta 1918, llevaron a cabo una serie de modificaciones en la administración pública con las que se esperaba controlar los productos de las industrias extractivas (petróleo, minas y aguas), acabar de una vez por todas con las instituciones de cuño porfiriano y, de paso, restringirles independencia y autonomía. En el orden económico se buscó obtener un mayor control sobre los recursos no renovables y de manera particular sobre la industria petrolera, toda vez el petróleo mexicano se había posicionado en el tercer lugar, como el producto de mayor demanda en las exportaciones hacia los países involucrados en la Primera Guerra Mundial, sólo por debajo de los Estados Unidos y de Rusia.¹

La creciente demanda del aceite mineral y sus derivados en el mundo, la existencia de este combustible en diversas regiones de la República Mexicana y la formación del Estado en el México revolucionario fueron circunstancias que se tradujeron en la creación de una burocracia profesional, o lo que es lo mismo un “cuerpo de servicio tecnócrata”, encargado de estudiar los aspectos técnicos de la industria petrolera pero sobre todo, de controlar la industria de propiedad extranjera existente, como lo ha señalado Jonathan Brown.²

Como parte de los trabajos de reinstitucionalización,³ en marzo de 1915 se creó la Comisión Técnica del Petróleo, la cual dicho sea de paso, tenía sus oficinas en el edificio de la Escuela de Ingenieros donde incluso ocupó la Biblioteca;⁴ para el 27 de septiembre del mismo año se ordenó la reapertura del Instituto

¹ AHUNAM, Instituto de Geología, caja 22, exp. 199, fs. 1-3.

² Brown, *Petróleo*, 1998, p. 234.

³ Hall, *Bancos*, 2000, p. 157, refiere que la reinstitucionalización es el proceso de formación del Estado mexicano que surge de la revolución e hizo posible la creación de instituciones que orientaron sus esfuerzos por materializar los artículos más importantes emanados de la Constitución de 1917.

⁴ AHPM, 1915, I, 331, doc. 5, s/f. La Secretaría de Fomento, Colonización e Industria ocupó desde 1882 la parte noroeste del edificio de Minería, en ella quedaron establecidas las oficinas de la Dirección Técnica del Petróleo, el Departamento del Trabajo, entre otras. Paulatinamente la Secretaría fue ensanchando su ocupación a expensas de la Escuela que amenazaba en varias partes de ruina.

Geológico de México el cual había permanecido cerrado desde el mes de febrero. A partir del 1 de mayo de 1917, el Instituto quedó adscrito al Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos (DEEG) dependiente de la Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo.⁵ Éstos organismos, por separado, estaban llamados a estudiar de manera integral la industria petrolera en los aspectos legal y exploratorio, aunque el DEEG incluyó dentro de su programa el estudio de la geología minera y la hidrogeología.

Por su parte, el ingeniero Pastor Rouaix (1874-1950)⁶ quedó a cargo de la Secretaría de Fomento y estableció la Dirección de Petróleo que fue dirigida por los ingenieros José Vázquez Schiaffino (1881-1958) y Joaquín Santaella y conformada por los especialistas en la materia: un grupo de geólogos, ingenieros y abogados, entre los que destacaron Modesto Rolland, Manuel Urquidi, Salvador Gómez, Alberto Langarica, José Colomo, Gustavo Ortega, Joaquín Santaella, Trinidad Paredes y Fernando Urbina (1882- ca. 1928).⁷ Los dos últimos fueron empleados del Instituto Geológico y en el caso de Urbina, éste efectuó algunos estudios importantes sobre el subsuelo de los cuales dedujo la probabilidad y casi la seguridad de encontrar petróleo en la zona de las aguas territoriales del Golfo de México.⁸

En materia legal se expidió la Constitución de 1917, la cual transformó los derechos de propiedad sobre los recursos del subsuelo a través del artículo 27.⁹ Los objetivos medulares de este artículo fueron dos: el primero iba orientado a proporcionar una base jurídica para un programa masivo de reforma de las tierras, mientras que el segundo propósito era incrementar el dominio del Estado sobre las industrias minera

⁵ AHUNAM, Instituto de Geología, caja 260, exp. 4805, f. 31.

⁶ Rouaix, *Génesis*, 2010, pp. V-VII; cf. Herrera, "Ingenieros", 2010, pp. 146-167. Pastor Rouaix nació en Tehuacán, Puebla el 19 de abril de 1874, en donde realizó sus primeros estudios. En 1889 se trasladó a la Ciudad de México para cursar los estudios preparatorios y los de ingeniero topógrafo hidrógrafo en la Escuela Nacional de Ingenieros, donde obtuvo su título el 25 de septiembre de 1896. Dos años más tarde, en unión con el ingeniero Carlos Patoni, levantaron la *Carta Geográfica de Durango* y llevó a cabo estudios para el aprovechamiento de aguas para riego. Al triunfo de la Revolución maderista fue nombrado Jefe Político del Partido de Durango, y después fue electo diputado al Congreso Local en 1912. El 18 de febrero de 1913 asumió de nuevo la Jefatura Política, puesto al que renunció tres días después, al consumarse la traición de Huerta. Expidió la primer Ley Agraria que tuvo el país el 3 de octubre de 1913. Llamado por Carranza se hizo cargo del Despacho de la Secretaría de Fomento, Colonización e Industria con el carácter de Oficial Mayor, el 15 de agosto de 1914. El 1o de enero de 1915 fue nombrado subsecretario del mismo ramo y posteriormente, Secretario de Agricultura y Fomento. En el ramo de petróleo, estableció inspecciones técnicas y la Comisión Técnica; promulgó la Ley Agraria el 6 de enero de 1915 y fundó la Comisión Nacional Agraria, que dio los primeros ejidos. Ocupó la curul de diputado entre 1915 y 1926. En 1927 fue secretario de gobierno de Durango y senador para el periodo de 1928 a 1932. Falleció el 29 de diciembre de 1950 en su casa de Coyoacán.

⁷ Brown, *Petróleo*, 1998, p. 234; López Portillo, *Petróleo*, 1975, pp. 35, 37; cf. Urbina, *Cuestión*, 1915, 68 p.

⁸ Con base en esos estudios, en 1919 el ingeniero Fernando Urbina solicitó y obtuvo del Ejecutivo federal, una concesión para explorar y, en su caso, explotar las porciones territoriales correspondientes a los estados de Tamaulipas y Veracruz. Cf. Morelos, "Comentarios", 2012, pp. G-H. Fernando Urbina Frías nació en la Ciudad de México en 1882. Se integró como ayudante de geólogo al Instituto Geológico en 1907 donde permaneció hasta 1918. Sus estudios se centraron en la prehistoria, la geología económica, la geografía física, la paleontología, la estratigrafía y los fenómenos sísmicos, como parte de la emergente política de riesgo. Trabajó conjuntamente con Jorge Engerrand, que fuera profesor de prehistoria en el Museo Nacional de México, con el ingeniero Julio Baz y Dresch, el geólogo Paul Waitz y el ingeniero Heriberto Camacho, empleados del Instituto Geológico. Cf. Rutsch, "Vivir", 2010, pp. 147-169.

⁹ Cf. Hart, *México*, 1998; Álvarez de la Borda, *Orígenes*, 2005; Brown, *Petróleo*, 1998.

y petrolera.¹⁰ Aunque, la cuestión de la propiedad de los recursos del subsuelo desde 1914 había sido un tema de atento debate y revisión en la agenda de los gobiernos revolucionarios, fue con la puesta en vigor de la Carta Magna la que marcó un hito en los derechos de la nación sobre la propiedad de éstos.

Luz María Uhtoff señala que el nacionalismo económico de esos años se manifestó en la preocupación por controlar los recursos naturales, pero sobre todo el petróleo que estaba en manos extranjeras. Agrega la investigadora, que destacaron dos cuestiones en el debate de las ideas y en la política petrolera: una de ellas sobre el problema de la propiedad del subsuelo y la otra sobre la intervención del Estado para controlar esta industria. Estas ideas dieron multiplicidad de estudios y artículos que circularon en las publicaciones periódicas de la época, la prensa cotidiana y los órganos oficiales.¹¹ De entre las últimas, el *Boletín del Petróleo*, órgano informativo del Departamento del Petróleo de la Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo, fue la voz del Estado y la revista más pródiga en dichos temas; comenzó a publicarse en 1916 y pronto se “convirtió en el foro de difusión de los trabajos de los especialistas en materia técnica, legal y fiscal”,¹² pues dedicó secciones a la historia del petróleo en México y a los aspectos técnicos de la industria. Para 1917, con la recién creada Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo, el Departamento del Petróleo pasó a su control.

En relación con el apartado anterior, el objetivo de este capítulo es explicar cómo se insertó el Instituto Geológico de México al recién creado Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos (DEEG) de la Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo, en el marco de los regímenes revolucionarios que abrazaron una política orientada hacia una ciencia de corte pragmático e interesada en la explotación y control de las industrias extractivas (minas y petróleo).

1. LA CREACIÓN DE LA SECRETARÍA DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TRABAJO

Con el triunfo del Ejército Constitucionalista sobre el gobierno del general Victoriano Huerta y la instalación de la Primera Jefatura encabezada por Venustiano Carranza, el nuevo orden reorganizó la Secretaría de Fomento, Colonización e Industria, reemplazó el personal de la administración pública que había colaborado con Huerta -entre los que se encontraba el ex director del Instituto Geológico de México,

¹⁰ Brown, *Petróleo*, 1998, p. 240.

¹¹ Uhtoff, “Nacionalismo”, 2008, p. 88; cf. Castañeda Crisolis, *Desafíos*, 2011, 344 p.

¹² Uhtoff, “Nacionalismo”, 2008, p. 88.

ingeniero geólogo José G. Aguilera-, y se declaró la nulidad de todos los actos llevados a cabo en dicho periodo.

En lo que concierne a las instituciones científicas, algunas de las cuales se habían gestado durante la República Restaurada y otras más se habían consolidado durante el porfiriato, el gobierno de Carranza las redujo considerablemente, menospreciando la importancia de las labores allí producidas, pues el 2 de octubre de 1915 creó la Dirección de Estudios Geográficos y Climatológicos, dependiente de la Secretaría de Fomento a cargo del ingeniero Pastor Rouaix, que comprendió tres departamentos: Comisión Geográfico-Exploradora de la República, Observatorios Astronómicos y Observatorios Meteorológicos, todos ubicados en el edificio del ex arzobispado de Tacubaya. También se estableció la Dirección de Estudios Biológicos, que aglutinó al Instituto Médico Nacional, el Museo Nacional de Historia Natural y el Museo de Tacubaya.¹³

Por medio del decreto de ley del 30 de marzo de 1917, según su artículo 1º, se emitió una iniciativa para fundar dos Secretarías: la Secretaría de Estado y Despacho de Fomento y la Secretaría de Estado y del Despacho de Industria y Comercio, en substitución de la Secretaría de Fomento, Colonización e Industria, “ambas llamadas a contribuir poderosamente en todos los órdenes de la actividad, a la reconstrucción nacional” y al desarrollo de las fuentes de riqueza nacional.¹⁴ Pero fue hasta el 1º de mayo de 1917 cuando entró en vigor el Congreso de la Unión y la ley que establecía la distribución de las carteras en cada una de las Secretarías y Departamentos del gobierno, estableciéndose definitivamente seis Secretarías de Estado (que incluyó la recién creada Secretaría de Industria y Comercio)¹⁵ y tres Departamentos. Las primeras fueron: la de Estado; Hacienda y Crédito Público; Guerra y Marina; Comunicaciones; Fomento e Industria y Comercio, y los Departamentos Judicial, Universitario y de Bellas Artes y Salubridad Pública.¹⁶

En lo que respecta a la Secretaría de Industria y Comercio, su creación radicó en la necesidad de brindar mayor impulso y desarrollo a las actividades industriales y comerciales del país, procurándose

¹³ Castelazo, *200 años*, 2011, p. 473; Flores, *Dirección*, 1924, 80 p.; Sierra, “Antecedentes”, 1958, pp. 5-7; Beltrán, “Dirección”, 1977, p. 21; cf. Cervantes Sánchez, “Dirección”, 2009, pp. 109-116; Cuevas *et al.*, *Naturalistas*, 2010, 63 p.

¹⁴ Castelazo, *200 años*, 2011, pp. 469, 471; *Diccionario Porrúa*, 1971, p. 1969. El 5 de septiembre de 1932 se convirtió en Secretaría de Economía Nacional y volvió a tomar el nombre de Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo el 1 de enero de 1959.

¹⁵ Un antecedente de este decreto se ubica en el gobierno del general Victoriano Huerta (19 de febrero de 1913 al 15 de julio de 1914), cuando se reorganizaron las Secretarías de Estado; la de Fomento se dividió en dos departamentos, “Del Trabajo, Minería, Comercio e Industria” y la Secretaría de Agricultura; tal la división obedeció a que Fomento tenía demasiadas encomiendas que le resultaban imposibles de desempeñar. Fue en el tercer informe de gobierno de Huerta publicado el 20 de noviembre de 1913, cuando se dieron a conocer los ramos de competencia de la Secretaría de Agricultura y Colonización, orientados principalmente a llevar a cabo el reparto de tierras entre el “pueblo” e implementar las urgentes reformas agrarias. También se reorganizó la antigua Secretaría de Fomento, que desde entonces llevó por nombre de Industria y Comercio; mientras que el Instituto Geológico continuó sin cambio alguno. *Ibidem*, pp. 452-461. Cf. Rancaño, “República”, 2005, pp. 167-213.

¹⁶ *Diario Oficial*, 1917, p. 413; AHIG, caja 235, f. 85, en proceso de catalogación.

asegurar con la mayor eficiencia y economía el desempeño de las labores para alcanzar ese fin. La dependencia quedó integrada por las oficialías superiores, la subsecretaría y la oficialía mayor; a cargo de esta última quedaron la Sección de biblioteca y publicaciones y la de conservación de edificios, los departamentos Administrativo, Jurídico, de Industrias, de Minas, de Petróleo, de Estudios y Exploraciones Geológicas, de Comercio, de Patentes y Marcas y de Pesas y Medidas.¹⁷

Sin embargo, el 31 de diciembre de 1917 entró en vigor la nueva ley de Secretarías de Estado, en la que se especificaba el despacho de los negocios de la federación, las atribuciones de cada una de las secretarías y se agregó el ramo Trabajo a la que sería Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo. Para abundar, esta ley buscó:

[...] que fuera netamente nacionalista, hecha en beneficio del pueblo mexicano y adaptada a sus necesidades, a diferencia de lo que antaño ocurría en tiempo de la dictadura, en que tomándose por base las leyes de otros países y, lo que es más, la conveniencia de las grandes compañías extranjeras, se sacrificaban muchas veces en su beneficio los intereses nacionales a extrañas conveniencias, viéndose que México, independientemente, seguía siendo en la práctica un país colonial.¹⁸

De esta manera, quedaron bajo la jurisdicción de la Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo los asuntos relacionados a la industria en general (con excepción de las de carácter agrícola, de competencia de la Secretaría de Fomento y Agricultura); estudios y exploraciones geológicas; comisiones y exploraciones especiales; minería, concesiones, exploraciones, explotaciones e inspección; petróleo y combustibles minerales (concesiones, exploraciones, explotaciones e inspección oficial); cámaras y asociaciones industriales; comercio; sociedades mercantiles; compañías de seguros; cámaras y asociaciones comerciales; lonjas y corredores; pesos y medidas; propaganda y enseñanza industrial y comercial; exposiciones nacionales e internacionales; propiedad industrial y mercantil; privilegios exclusivos de carácter industrial; concesiones para explotación de guano, nitratos, potasa y demás fertilizantes; estadística industrial y comercial; huelgas; cámaras y asociaciones obreras; el Instituto Geológico; la Escuela Superior de Comercio y Administración y la Inspección de subsistencias.¹⁹

¹⁷ Castelazo, *200 años*, 2011, p. 492.

¹⁸ “Nueva Ley”, 1917, p. 691.

¹⁹ *Nueva Ley*, 1917, p. 8.

2. EL DEPARTAMENTO DE EXPLORACIONES Y ESTUDIOS GEOLÓGICOS

El Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos, al que quedó adscrito el Instituto Geológico de México, entró en funcionamiento el 1° de mayo de 1917. Como su nombre lo indica, era el organismo encargado de estudiar y explorar geológicamente los productos nacionales distribuidos en el territorio nacional: minerales metálicos y no metálicos, aprovechamiento de las aguas superficiales y subterráneas con fines agrícolas, análisis de tierras, nitratos y fertilizantes y sobre todo, las regiones petrolíferas, por medio de estudios técnicos organizados por esta institución de gobierno y secundando las ideas e intenciones del secretario de Industria, Comercio y Trabajo.²⁰ La exploración geológica estuvo orientada a la búsqueda de los recursos naturales extractivos para el “mejoramiento económico de los mexicanos”, como “medio práctico de hacer progresar indirectamente la geología nacional” y como “empresa útil y patriótica” basada en determinar el valor económico y comercial de los recursos naturales contenidos en el subsuelo.²¹



Imagen 4.1 El ingeniero Alberto J. Pani, Secretario y Oficial Mayor con los Jefes de Departamento de la Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo. En la primera fila de izquierda a derecha, en segundo lugar se ubica el ingeniero Leopoldo Salazar Salinas. Fuente: AHIG, Taller de Fotografía, Álbum No. 1, fotografía núm. 1, s/c.

Siguiendo el modelo del servicio geológico estadounidense, en donde los geólogos oficiales precedían a los operadores mineros e industriales en los estudios de exploración de las riquezas naturales por lo general desconocidas, se buscó que las actividades del IGN y el DEEG estuvieran regidas por la exploración: fase del proceso productivo que antecedería a los particulares y a los empresarios. Aunado a que todas aquellas naciones económicamente más desarrolladas o aquellas que buscaban perfilarse por ese sendero, contaban con servicios geológicos: organismos destinados a hacer una “juiciosa explotación de los recursos naturales”, que

²⁰ AHIG, caja 29, f. 3, en proceso de catalogación; Aguilar, *Apuntes*, 1917, pp. 10-11; Castelazo, *200 años*, 2011, p. 503.

²¹ AHIG, caja 381, f. 1, en proceso de catalogación.

dicho sea de paso, “tan ampliamente está dotado nuestro territorio”,²² por medio de las comisiones de exploración oficiales orientadas a la reconstrucción nacional.

Así, el DEEG quedó agregado a la Sección LXXXIII de la Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo, que consideró dentro del presupuesto federal otorgado, los sueldos para un jefe del departamento que sería también el director del Instituto Geológico, un oficial ayudante, un oficial primero, un oficial segundo, un cuarto oficial y empleados de las secciones de estudios y talleres.²³ En la tabla 4.1 se ofrece un listado del personal que integró inicialmente el DEEG.

Con la incorporación del IGN al DEEG, la organización que se propuso a su interior buscó corresponder a las necesidades del país, toda vez que la explotación de las riquezas del subsuelo mexicano era de gran importancia y cada día mayor, debiendo ir los estudios geológicos delante de las explotaciones. Esta insuficiencia radicaba en que hasta 1917, “[es] poco lo que hasta la fecha se ha realizado, ya por no haberse dado anteriormente toda la importancia debida, ya por ser muy extenso nuestro territorio y ya, por último, en los tiempos recientes, por haber estado en suspenso la actividad de este Departamento”, expresaba el ingeniero Leopoldo Salazar Salinas y agregaba que:

Quando el conflicto mundial termine [la Primera Guerra Mundial], el movimiento industrial tomará vuelo extraordinario, sobre todo en aquellos países que como el nuestro, albergan riquezas naturales cuantiosas. La reconstrucción de las naciones asoladas por la guerra: la fabricación de muchos útiles e implementos que durante la guerra se han inventado y que pasaran al dominio industrial: aun la escasez de personal técnico, en Europa sobre todo, son circunstancias que deben poner sobre aviso a los países llamados como México, a satisfacer en gran parte, esas demandas. Y como tales situaciones no se improvisan, sino que son el resultado de paciente elaboración, hay que promover, pues aun es tiempo que establecimientos como el Instituto Geológico, especialmente encargado del estudio de nuestras riquezas minerales, reciban del Poder Público, el decidido apoyo que, dentro de las posibilidades, la Nación tiene derecho de esperar.²⁴

²² Aguilar, *Apuntes*, 1917, p. 17.

²³ AHUNAM, Instituto de Geología, caja 260, exp. 4807, f. 12. Dentro de la Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo, ramo décimo, sección LXXXIII, se ubicó al Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos con los cargos originalmente asignados a: un jefe del departamento con una cuota diaria de \$ 18.00; un oficial ayudante (8.00); un oficial primero (6.50); un oficial segundo (5.00); un oficial cuarto (3.50). Las secciones de Exploraciones, de Estudios Geológicos Mineros, de Estudios Geológicos de las Regiones Petrolíferas, de Estudios Hidrológicos, de Topografía y Dibujo e Instituto Geológico que integraría a un secretario, un segundo oficial, un bibliotecario y archivero, un oficial tercero, un oficial cuarto, un escribiente, Sección de Estudios Especiales (Colecciones y Museos) y Sección de Química y Metalurgia.

²⁴ AHUNAM, Instituto de Geología, caja 260, exp. 4806, s/f.

TABLA 4.1
PERSONAL Y SUELDOS DEL DEPARTAMENTO DE EXPLORACIONES Y ESTUDIOS
GEOLÓGICOS (1917-1918)

Nombre	Puesto	Cuota diaria
Ezequiel Ordóñez	Director del Instituto Geológico de México, Jefe del DEEG y Jefe del Servicio Sismológico Nacional	18.00
Teodoro Flores	Subdirector	-----
Ángel Aguilar	Secretario	10.00
Enrique Mario González	Oficial de correspondencia taquígrafo	6.00
A.L. Prado	Escribiente de primera	2.50
Sección de Estudios Geológico-Mineros		
Miguel Bustamante	Geólogo para estudios de los distritos Mineros	12.00
Luis C. Espinosa	Geólogo para estudios de los distritos mineros	12.00
Trinidad Paredes	Geólogo para estudios de los distritos mineros	12.00
Luis Acosta	Ayudante de primera de ingenieros	8.50
	Dos ayudantes de primera de ingenieros	8.50
Sección de Estudios Hidrológicos		
Vicente Gálvez	Geólogo ingeniero	10.00
Manuel Muñoz Lumbier	Ayudante ingeniero	8.50
Enrique Suárez del Real	Practicante	2.00
Sección de Estudios Geológicos de las regiones petrolíferas		
Gonzalo Vivar	Geólogo	10.00
José C. Zárate	Geólogo	10.00
Salvador Soto Morales	Geólogo	10.00
	Dos ayudantes	8.50
	Practicante	2.00
Sección General y Colecciones		
Enrique Díaz Lozano	Geólogo paleontologista y estratígrafo	10.00
Pedro González	Petrografista y vulcanologista	10.00
Javier Vázquez	Encargado de Estudios de Materiales de Construcción	8.50
Guilebaldo Cicero ²⁵	Mineralogista encargado de las Colecciones de Minerales.	8.50
Fructuoso Trigos	Encargado de las Colecciones de Rocas y materiales	5.00
Jesús Martínez Portillo	Encargado de las Colección de Fósiles	5.00
Sección de Laboratorio de Química		
Carlos Castro	Químico en jefe	10.00
	Químico industrial	8.50
	Químico para análisis de Petróleos	8.50
Luis Goerne	Ensayador	8.50
	Ayudante de Químico	5.00
Nicolás López	Mozo del laboratorio	2.00
Sección de Topografía		
Luis Bolland	Topógrafo	8.50
Alfonso Ibarrola ²⁶	Dos topógrafos	8.50
	Tres ayudantes	7.00

²⁵ Al ingeniero Guilebaldo Cicero se le nombró en 1920 encargado de las colecciones del DEEG y en 1931 desempeñó el puesto de jefe de la Sección de criaderos mineales no metálicos del Instituto de Geología de la UNAM.

²⁶ Alfonso M. de Ibarrola ocupó el empleo de químico de petróleo en 1919 en el DEEG, posteriormente en 1934 fue jefe de la Agencia de Petróleo en Puerto México. Cf. Gortari Rabiela, "Educación", 1987, pp. 123-141.

Sección de Dibujo y Fotografía		
Agustín Rábago	Primer dibujante	8.50
Ignacio Aguilar	Dibujante auxiliar	5.00
Jesús Chávez	Dibujante auxiliar	5.00
	Fotógrafo	7.00
Sección de Biblioteca y Publicaciones		
	Bibliotecario archivero	7.00
José Zavalza	Ayudante	4.00
Sección de escribientes y preparación de trabajos para publicación		
Josefina Ocampo	Escribiente de primera	2.50
Evangelina Ceballos	Ídem	2.50
Cecilia Anaya/Sarah Murguía.	Escribiente de segunda	2.00
Dolores Peón Valdés en licencia, la sustituye la Srita. Zoila Carreras	Escribiente de segunda	2.00
Servicios Generales del Instituto		
Efraín de León	Mecánico	5.00
Joaquín Chávez	Laminador de rocas	3.50
Tomas Paredes	Laminador de rocas	3.50
Antonio D. González	Conserje del edificio	3.00
Vicente Gutiérrez	Portero	1.50
Rafael Mendoza	Mozo	1.30
Jorge Santillán	Mozo	1.30
Jesús Jiménez	Mozo	1.30
José Monroy	Mozo	1.30
Nicolás Márquez	Mozo	1.30

Fuente: elaboración propia con base en: AHUNAM, Instituto de Geología, caja 260, exp. 4805, fs. 2, 33-35; AHIG, caja 525, en proceso de catalogación, f. 47.

Así pues, las actividades del DEEG se modificaron respecto a lo que se venía haciendo con anterioridad, pues se emprendió un programa de estudios geológicos de aplicación inmediata aunque tomando en cuenta las investigaciones de geología básica efectuadas durante los años de 1888 a 1917. Dicha reorganización buscaba incidir en el estudio de los recursos mineros y en el petróleo, “puesto que es una riqueza inmensa cuya explotación es un anuncio para el país, afluencia de capitales, creación de industrias que pueden existir y multitud de beneficios que según algunas personas son la única salvación de nuestra patria, en las condiciones actuales”,²⁷ pero además consideraba los mantos acuíferos y la exploración de nuevos recursos naturales.

El ingeniero Trinidad Paredes, artífice de la reorganización, concebía al DEEG como una institución nacional, benéfica y necesaria que el gobierno debía fomentar puesto que los fines que perseguía eran útiles a la nación. Con base en esta idea, la reorganización que tuvo lugar en 1919 consideró las siguientes oficinas:

²⁷ AHUNAM, Instituto de Geología, caja 23, exp. 215, f. 5.

Exploraciones, Hidrología subterránea, Petrografía, Topografía y dibujo, Geología del petróleo, Química analítica, Laboratorio especial para exámenes físico-químicos del petróleo, Laboratorio experimental de flotación, Gabinete para estudios espectrográficos, Gabinete especial para el estudio y experimentación de materiales de construcción, Biblioteca, Museo mineralógico, Museo litológico y paleontológico.²⁸



Imagen 4.2 Personal del Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos bajo la gestión del ingeniero Leopoldo Salazar Salinas *circa* 1920. Fuente: AHIG, s/c, en proceso de catalogación.

En términos generales, pueden distinguirse dos etapas dentro del DEEG, una de 1917 a 1923 y la segunda de 1923 a 1929. La primera se distinguió sobre todo por organizar comisiones de exploración a distritos mineros en activa explotación, por ejemplo en Tlalpujahua, Mich., o El Oro, Méx., aunque también a regiones poco exploradas. A partir de 1923, las empresas de reconocimiento se organizaron en torno a regiones nuevas o poco exploradas o trabajadas, con el fin de atraer la inversión hacia ellas, de “formar nuevos centros de producción y de trabajo de la riqueza nacional y de acrecentar los ingresos fiscales”.²⁹ Durante los doce años de funcionamiento del DEEG, de 1917 a 1929, ocuparon el cargo de director, jefe

²⁸ *Idem*, AHUNAM, Instituto de Geología, caja 76, exp. 664, f. 23; AHUNAM, Instituto de Geología, caja 260, exp. 4806, f.1.

²⁹ AHIG, caja 381, f. 11, en proceso de catalogación.

del DEEG y jefe de la Red Sismológica Nacional, los ingenieros Ezequiel Ordóñez, Leopoldo Salazar Salinas, José C. Haro -en calidad de interino- y Juan de Dios Villarello.

En conjunto, los directores encauzaron su plan de trabajo al desarrollo de la institución con énfasis en la geología económica, aunque se vieron obligados a negociar en reiteradas ocasiones los sueldos y categorías de los empleados, los gastos de exploración y las adquisiciones necesarias para su funcionamiento, ya que “las autoridades superiores surgidas del movimiento revolucionario, no eran en algunas ocasiones muy comprensivas de la labor del Instituto, y frecuentemente obstaculizaban su desenvolvimiento al limitar las partidas de su presupuesto”, teniendo la amenaza de ver cerradas su puertas, pues “cada decena llegaban sobres conteniendo ceses por reorganización”.³⁰

El ingeniero Ordóñez, a quien describían como un hombre “de cuerpo robusto, de estatura más que regular, pero con un enérgico rostro moreno”,³¹ fue un hábil geólogo petrolero y vulcanólogo que formó parte de la Comisión Geológica Mexicana y después del Instituto Geológico de México, ocupando la subdirección entre 1895 y 1906. Una vez concluido el X Congreso Geológico Internacional, en 1906 se separó de la institución para dedicarse a la prospección en los campos petrolíferos del empresario norteamericano Edward L. Doheny (1856-1935), ya que fue Ordóñez quien descubrió en 1904 el primer pozo petrolero de uso comercial en México en los terrenos de este magnate.³²

Después de una década, Ordóñez regresó al Servicio Geológico Mexicano para ocupar la dirección entre 1917 y 1918, sucediéndole en el cargo su condiscípulo en la ENI, Leopoldo Salazar Salinas que lo ocupó hasta 1923, como se indicó con anterioridad, mientras que José C. Haro fue director interino del establecimiento del 6 de marzo al 6 de mayo de 1919.³³ Salazar Salinas fue un reconocido ingeniero de minas y geólogo en la actividad minera, obtuvo en 1894 el título de ingeniero de minas y metalurgista en la Escuela Nacional de Ingenieros, fecha en la que el ingeniero Antonio del Castillo, fundador del Instituto Geológico, dictaba la cátedra de geología, mineralogía y paleontología.

Salazar Salinas laboró en distintos distritos de minas de Guerrero, Hidalgo,³⁴ Durango y Michoacán, y compartió en 1899 el nombramiento de suplente del regidor del 11° distrito del Ayuntamiento de la Ciudad de México, siendo propietario del cargo el ingeniero Guillermo Montiel Estrada, por cierto, el hermano de éste de nombre Gilberto fue condiscípulo de Salazar, ya que obtuvo el título de ingeniero civil el 28 de enero

³⁰ AHIG, caja 235, f. 85, en proceso de catalogación; González, “Necrología”, 1946, p. 64.

³¹ Beltrán, “Panorama”, 1949, p. 6.

³² Cf. Rubínovich *et al.*, *Ezequiel*, 1998.

³³ AHIG, caja 468, fs. 75, 213, 215, en proceso de catalogación

³⁴ Salazar Salinas, *Estudio*, 1894, 22 p. Incluye dos croquis a color, escala 1: 3 000.

de 1891 en la ENI.³⁵ En 1901, Salazar dirigió la negociación minera “La Restauradora” en Taxco, Gro. De 1913 a 1914 ocupó el cargo de superintendente del Departamento de Exploración y jefe de ingenieros de la Compañía “Dos Estrellas” en Tlalpujahua, Mich. En dicha empresa también estuvo a cargo del Departamento de Geología hasta 1916.

En 1917 a Salazar Salinas se le nombró gerente e ingeniero consultor de “Dos Estrellas” y Tlalpujahua Exploration Co. Un año después y hasta 1923 ocupó simultáneamente el cargo de director del DEEG y de geólogo de la Compañía “Dos Estrellas”.³⁶ De 1923 hasta principios de 1929 continuó laborando como ingeniero y geólogo de las compañías aludidas y para febrero de 1929 fue llamado para desempeñar por segunda ocasión la dirección del DEEG hasta 1932, cuando ya era Instituto de Geología de la UNAM.³⁷

Una vez que terminó su gestión al frente de la dirección del Instituto de Geología de la UNAM, fue jefe del servicio geológico del Departamento Central del Distrito Federal a cargo del político Vicente Estrada Cajigal (1898-1973)³⁸; de manera simultánea, en 1933 colaboró en la Dirección de Educación

Pública del estado de Morelos, siendo gobernador de la entidad el mismo Estrada Cajigal. A este personaje, Salazar Salinas le dedicó el *Prólogo de un estudio geológico sobre la Cuenca de México*,³⁹ páginas que estaban destinadas a formar la introducción de la “Memoria de la Cuenca de México” que bajo su dirección preparaba el Instituto de Geología.



Imagen 4.3 Ingeniero Leopoldo Salazar Salinas. Fuente: AHIG, Taller de Fotografía, Álbum No. 1, fotografía núm. 73.

³⁵ AHPM, ML 301A, 1863-1891, Libro-Registro de Títulos Expedidos, f. 68.

³⁶ Terrones, “Geological”, 1922, p. 947.

³⁷ Cf. Salazar Salinas, *Instituto*, 1929, 103 p.

³⁸ Salazar Fiz, *Homenaje*, 1970. Vicente Estrada Cajigal nació el 14 de julio de 1898 y murió en la Ciudad de México el 14 de junio de 1973. Estudió en el Colegio de San Nicolás de Hidalgo en Morelia. Para 1920 la Secretaría de Guerra le concedió la licencia para separarse del Servicio de las Armas y fungir como administrador y jefe de Guardabosques del Bosque de Chapultepec, puesto del que se retiró el siguiente año. Fue fundador del Partido Nacional Revolucionario y el 18 de marzo, el Partido Socialista Revolucionario de Morelos adherido al P.N.R lo eligió candidato a gobernador del estado de Morelos, siendo el primer gobernador constitucional del estado. De 1959 a 1970 fue consejero de la Presidencia de la República en los gobiernos de Adolfo López Mateos y Gustavo Díaz Ordaz.

³⁹ Cf. Salazar Salinas, *Prólogo*, 1932, 19 p. Dicho trabajo fue leído ante la Academia Nacional de Ciencias “Antonio Alzate” en 1932.

El ingeniero Leopoldo Salazar Salinas fue miembro fundador y candidato a diputado por el Partido Nacional Liberal en 1916, diputado en la XXXIV Legislatura y en 1931, en la sesión celebrada del 1 de septiembre presentó un memorial en el que solicitaba una adición a la Ley de Minería que consistía en brindar ayuda y dar garantías a los gambusinos o cateadores de minas. También fue socio de diversas corporaciones científicas nacionales y extranjeras, entre ellas la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México, la Sociedad Científica “Antonio Alzate”,⁴⁰ la Sociedad Geológica Mexicana, cofundador del Instituto de Minas y Metalurgia de México al lado del ingeniero Alberto Grothe (1841-1914),⁴¹ y coautor con él de *La Industria Minera de México*.⁴² Colaboró en revistas mexicanas y extranjeras, entre ellas *A Terra. Revista de Sismología e Geofísica* (Coimbra, Portugal).⁴³

En 1928, cuando era profesor de Geología y Mineralogía en la Escuela Nacional Preparatoria redactó el libro *Elementos de Geología para el curso de la Escuela Nacional Preparatoria*, para “llenar el programa del curso elemental de Mineralogía y Geología en la Escuela Preparatoria y para los estudiantes que emprendan estudios especializados posteriores”⁴⁴. Según su autor, el libro fue un extracto de la obra *A textbook of Geology* (1920), del geólogo y paleontólogo norteamericano Amadeus W. Grabau (1870-1946)⁴⁵ y contó con la colaboración del ingeniero José Dovalina en la parte dedicada a la mineralogía descriptiva, -quien por cierto lo suplió en la cátedra algún tiempo-, con fotografías de Hugo Brehme y del aviador y fotógrafo Alejandro Lecón Jr.

⁴⁰ Ingresó como socio a la corporación en 1901, y su primer estudio publicado fue “Apuntes relativos al mineral de Taxco de Alarcón (Estado de Guerrero), 1901, pp. 167-177.

⁴¹ Cf. Rothwell, “Contributors”, 1900, p. XII; “Obituary”, 1914, p. 345. Albert Grothe nació el 4 de abril de 1841 en Westphalia, Alemania y murió el 19 de agosto de 1914 en México. Fue educado en Utrecht, Holanda, y después sirvió en el ejército alemán, pero abandonó la carrera militar por la ingeniería. En 1869 fue contratado para la construcción de puentes para el ferrocarril de San Petesburgo y Moscú y posteriormente para el levantamiento del primer puente Tay, que fue uno de los más largos en el mundo. En 1879 se le nombró gerente de la compañía The Tharsis Sulphur and Cooper Company en Huelva, España, y después de ello, dedicó de lleno su carrera a las minas, con excepción de algunos años en que trabajó en la irrigación en Idaho; asimismo en 1883 trabajó en las minas del sur de Portugal y fue electo miembro del Institution Civil Engineers del Reino Unido. Desde 1884, fue consultor minero y realizó prospecciones en México, Nueva Zelanda y los Estados Unidos. En nuestro país, fue ingeniero en jefe de prospección e introductor de nuevos procedimientos de beneficio y fundó una consultoría de trabajos prácticos en asociación con el ingeniero británico Herbert Fuller Carter, a quien había conocido en España. En 1899 estuvo a cargo de la mina Tepezala, un largo depósito de cobre cerca de Aguascalientes.

⁴² Cf. Grothe *et al.*, *Industria*, 1912; Grothe, *Adelantos*, 1911, 20 p.

⁴³ Salazar Salinas, *Algunas*, 1925.

⁴⁴ Salazar Salinas, *Elementos*, 1928, pp. 11-12.

⁴⁵ Amadeus William Grabau (1870-1946), fue un geólogo y paleontólogo norteamericano. Estudió en Massachusetts Institute of Technology (MIT) de 1892-1897, en Rensselaer Polytechnic Institute de 1899-1901 y en Columbia University, 1901-1919. Estuvo en China y fue nombrado jefe de paleontólogos en el Servicio Geológico de China y profesor en la Universidad Nacional de Pekín. Grabau fue conocido por sus trabajos sobre depósitos estratigráficos en el mundo y el desciframiento de Historia de la Tierra.

Una vez separado Salazar Salinas del DEEG en septiembre de 1923, y después de varios cambios acaecidos en su interior, fue nombrado su condiscípulo en la ENI Juan de D. Villarello como jefe, quien “sabía utilizar con rara habilidad la capacidad de cada uno de sus subordinados, a quienes colocó como el más competente relojero en el sitio preciso de engranaje de esta Dependencia oficial. Formó escuela: Manuel Santillán, Tomás Barrera, Jorge L. Cumming, Apolinar Hernández, Gonzalo Vivar y Luis Blásquez”.⁴⁶

El ingeniero Juan de Dios Villarello formó parte de la galería de geólogos poco conocidos de la primera mitad del siglo XX, por ello es importante referir algunos datos sobre su vida y obra. Nació el 29 de abril de 1869 en la Ciudad de México, cursó la instrucción elemental y superior en la Rode’s English Boarding School, y más tarde, en 1880 ingresó a la Escuela Nacional de Ingenieros en donde obtuvo los títulos de ensayador y apartador de metales, de ingeniero topógrafo hidrógrafo y de ingeniero de minas y metalurgia, los dos primeros en 1888 y el último en 1891. Fue alumno de José G. Aguilera, Ezequiel Ordóñez y Antonio del Castillo y realizó sus prácticas reglamentarias en la Escuela de Minas de Pachuca, que dirigiera más tarde el ingeniero Miguel Bustamante (h).

Villarello emprendió sus primeros trabajos profesionales en el estado de Oaxaca en compañía del ingeniero Alberto V. Hoppenstedt.⁴⁷ Más tarde, entre 1891 y 1894, fue profesor de la cátedra de geología, mineralogía y paleontología en la ENI.⁴⁸

Desde 1904, por invitación de su condiscípulo en la ENI, José G. Aguilera, Villarello se integró al Instituto Geológico en donde emprendió una serie de investigaciones que formaron parte del programa del X Congreso Geológico Internacional de 1906. Las ramas en las que sobresalió fueron la química, la geología minera, la geología petrolera e hidrogeología, siendo ésta última su especialización.⁴⁹

En 1911 fue subsecretario de Fomento, Colonización e Industria, y de 1912 a 1914, ocupó la dirección del Instituto Geológico, volviendo a ser director y jefe del DEEG del 18 de septiembre de 1923 al 13 de enero de 1929. En 1915 formó parte de la directiva de la Petrolera Franco-Española en calidad de vocal geólogo donde conoció a Enrique M. González, quien fue por casi cinco décadas secretario del

⁴⁶ González, “Necrología”, 1946, pp. 63-64.

⁴⁷ Flores, “Oración”, 1946, p. 79. Alberto Hoppenstedt fue inspector de minas de la Secretaría de Fomento de 1885 a 1901. AHPM, ML 106^a, 1853-1878, Actas de las Juntas de Profesores de la Escuela de Ingenieros, 1853-1878, ff. 211-212. Hoppenstedt obtuvo el título de ingeniero de minas y beneficiador de metales el 17 de mayo de 1879 en la Escuela Nacional de Ingenieros. Fue condiscípulo de Fernando Ferrari Pérez, Roberto Gayol, Manuel Pastrana, Edmundo Girault, José C. Haro, Melchor Calderón, Miguel Montúfar, Francisco Toro, Miguel Villada, Raimundo Muñoz, Baltasar Muñoz, entre otros.

⁴⁸ AHPM, 1894, I, 248, doc. 2, fs. 1-6v.

⁴⁹ Cf. Martínez Portillo, “Bibliografía”, 1946, pp. 69-77. Incluye un listado con 94 títulos, 91 de su autoría y tres en colaboración.

Instituto Geológico. Ocupó de 1906 a 1910 los cargos de tesorero y de 1908 a 1910 el de presidente de la Sociedad Geológica Mexicana y en 1936, a iniciativa del ingeniero Jesús Martínez Portillo quien fuera bibliotecario del DEEG, inauguró la segunda época de la corporación científica.

Como se refirió, los últimos meses del DEEG como dependencia de la Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo, de febrero a noviembre de 1929, la dirección quedó a cargo de Salazar Salinas hasta el 20 de enero de 1932, cuando ya estaba incorporado a la Universidad Nacional de México bajo el nombre de Instituto de Geología.

Los lineamientos del DEEG para hacer de la ciencia una actividad aplicada en todos sus ramos se tradujo en las secciones que operaron en su organización, como a continuación se relata.

3. SECCIONES

En el lapso de 1917 a 1929, algunas de las secciones del DEEG fueron creadas y otras más se eliminaron, tal fue el caso de la Sección de estudios experimentales creada en 1921 y prontamente anulada, o la Sección de geología general que se transformó en Sección de exploraciones. Ahora bien, las secciones que funcionaron en el DEEG tuvieron las siguientes funciones.

Sección de geología general: tuvo entre sus atribuciones efectuar las exploraciones geológicas de regiones poco conocidas del país, corregir la Carta Geológica General de la República, elaborar reseñas y cartas geológicas de las diversas entidades de la República, formar colecciones de rocas, fósiles y minerales y dar informes que dieran a conocer el resultado de las exploraciones. A esta sección también se le denominó Sección de exploraciones, estando a su cargo los ingenieros Teodoro Flores y Trinidad Paredes.⁵⁰

La Sección de geología minera encaminó sus labores a la elaboración de la estadística minera para estudiar en cada región el verdadero valor de la riqueza en explotación y el monto de las posibles reservas de cada uno de los minerales, con el objeto de ampliar los dominios de la industria minera, pero sobre todo para explotarlos en beneficio de los mexicanos. Esta sección tuvo tres subdivisiones: cartas mineras, minerales metálicos y minerales no metálicos. A la subsección de cartas mineras se le responsabilizó de la elaboración de la cartografía de los distritos mineros; por su parte el ramo dedicado a los minerales

⁵⁰ AHIG, caja 535, f. 14 v, en proceso de catalogación; AHPM, Colección Sociedad Científica Antonio Alzate, Correspondencia, 1932, mayo, s/f. Trinidad Paredes prestó sus servicios en el Instituto Geológico como Oficial Técnico Geólogo hasta el 2 de febrero de 1915, fecha en la que fue clausurado el establecimiento, posteriormente se desempeñó como jefe del Departamento de Petróleo de la Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo durante varios años de la década de 1920; asimismo, fue uno de los fundadores de la carrera de ingeniero petrolero en 1927 en la Escuela de Ingenieros y ocupó en 1930 la Dirección de Control de Administración del Petróleo Nacional.

metálicos debía organizar exploraciones a zonas mineralizadas conocidas para descubrir nuevos criaderos minerales e investigar las causas de paralización de trabajos en las minas abandonadas, elaborar informes para dar a conocer el resultado de las exploraciones, hacer estudios geológicos detallados de regiones nuevas para descubrimiento de criaderos y especificaciones de las condiciones económicas de cada lugar. Respecto al ramo del estudio de los minerales no metálicos, en el DEEG se hicieron estudios geológicos de criaderos minerales no metálicos y de sus aplicaciones industriales, indicando las condiciones económicas locales por medio de informes y memorias en los que se indicaba el resultado de las exploraciones. Esta sección estuvo a cargo del ingeniero Manuel Santillán.

La Sección de geología petrolera se encargó de la construcción de cartas petroleras, del estudio de las manifestaciones superficiales de petróleo del subsuelo, de la realización de exploraciones y estudios geológicos detallados en regiones nuevas, con probabilidades de existencia de petróleo y la publicación de informes y memorias para dar a conocer las exploraciones. La sección corrió a cargo de los ingenieros Hisakichi Hisazumi y de Gonzalo Vivar.⁵¹

La Sección de hidrología subterránea fue la que más solicitudes recibió por parte del público y de las autoridades públicas, pues en la década de 1920 la Secretaría de Agricultura y Fomento ofrecía a los particulares grandes facilidades para ejecutar perforaciones que incluían el préstamo de maquinaria para ello. Esta labor fue secundada por la Secretaría de Industria a través del DEEG. Algunas de las encomiendas de la oficina fueron: la construcción de la *Carta General de Manantiales de la República*, realización de estudios hidrológicos de cuencas completas para fundar resoluciones hidrológicas en porciones determinadas de cada cuenca, hacer trazos de obras de captación de aguas subterráneas, estudios geológicos relativos a la impermeabilidad del suelo de vasos naturales en relación con la construcción de presas y redactar informes para dar a conocer el resultado de los estudios.

El jefe de la Sección de hidrogeología fue el ingeniero Vicente Gálvez, quien opinaba que los procedimientos de los que se valía la hidrología para llegar a fundar conclusiones sobre la existencia de aguas más o menos aprovechables no eran fáciles de adquirir, pues suponían una preparación previa que era

⁵¹ Gonzalo Vivar. Geólogo y poeta nacido en Omitlán, Hidalgo en 1883. Cursó su instrucción elemental en Pachuca en el colegio del maestro Teodomiro Manzano y después ingresó al Instituto Científico y Literario del Estado donde terminó sus estudios preparatorios. En la Escuela de Ingeniería de la Universidad Nacional de México terminó la carrera de ensayador (4 de junio de 1913) y la de ingeniero geólogo. Fue autor de numerosos versos, entre los que descollan el “Madrigal del Beso”, que ha sido comparado con los mejores de la lengua española.

menester perfeccionar, toda vez que el hidrólogo debía conocer aspectos climatéricos (*sic*), fisiográficos, estratigráficos, tectónicos, topográficos e hidrológicos.⁵²

La Sección de petrología y museos tuvo entre sus obligaciones la formación de los catálogos respectivos, el estudio y clasificación de ejemplares de minerales, rocas y fósiles y la selección de los ejemplares para las colecciones del Museo, tanto sistemáticas como geográficas. El ingeniero Rafael Orozco estuvo a cargo de esta oficina.⁵³

Naturalmente, en un país de alta sismicidad como el nuestro, el DEEG contó con una Sección de sismología que tuvo la comisión de levantar la *Carta Sísmica de la República Mexicana*, inspeccionar las estaciones sismológicas foráneas e instalar nuevas oficinas, estudiar los temblores, localizar los focos sísmicos del país, estudiar la frecuencia e intensidad y las zonas sísmicas, elaborar catálogos y publicaciones sismológicas. Colaboraron en esta sección los ingenieros Heriberto Camacho y Manuel Muñoz Lumbier.

Un caso particular dentro de la estructura del DEEG estuvo representado por la Sección de estudios experimental creada en febrero de 1921 a cargo del ingeniero Carlos F. de Landero y la cual tuvo una vida de cinco años.⁵⁴ Esta oficina operó en colaboración de las demás secciones del Departamento, con varias dependencias de la Secretaría de Industria y de otras secretarías, con establecimientos industriales tales como empresas mineras y metalúrgicas.

Los trabajos que realizó el personal de esta sección fueron los experimentos de flotación de minerales, entre ellos de vanadio y molibdeno, uso de aceites vegetales de procedencia nacional, la realización de investigaciones analíticas de blendas mexicanas, cálculos de análisis de muestras de jade, determinación de densidades de minerales, estudio industrial del tizate fitolitario de Toxi,⁵⁵ estudio de las aplicaciones de las tierras diatomíferas, de las sales de bario, la reproducción de cambios o alteraciones observados en minerales y rocas, así como el estudio de los gases desprendidos por el volcán Popocatépetl.

También en esta oficina se realizó un catálogo y una estadística de producción de las materias primas minerales de procedencia nacional adecuadas para la implementación de industrias nuevas o para mejorar las existentes, por ejemplo la fabricación de cianuros, la producción de ácido sulfúrico y sus aplicaciones, la fijación del azoe atmosférico para la electricidad, la elaboración de sosa o compuestos clorados obtenidos de la sal marina por procedimientos electrolíticos, la obtención de productos para encerado de pisos, muebles, calzado o de hidrocarburos, procedentes de la destilación fraccionada del petróleo, aplicaciones de la

⁵² Cf. Gálvez, “Apuntes”, 1917, pp. 121-125; Gálvez, “Buscadores”, 1922, 9 p.

⁵³ Cf. Orozco, *Industria*, 1921, 167 p., 2 planos y un perfil.

⁵⁴ AHIG, caja 442, ff. 85-86, 97-99, en proceso de catalogación; cf. Landero, *Consideraciones*, 1920, 28 p.

⁵⁵ Cf. Díaz Lozano, “Depósitos”, 1920, 19 p., 5 láminas.

magnesita y dolomita en la fabricación de ladrillos, utilización de la arcillas y de las grafitas de México en la fabricación de crisoles o para la formación de películas cinematográficas.

Los estudios relacionados con la actividad minera se orientaron a ilustrar procedimientos de trabajos de minas o de plantas metalúrgicas, mejoras en procedimientos mineros o metalúrgicos, utilización de sustancias minerales en la industria cerámica para promover el desarrollo de la producción nacional, preparación de productos de talco, uso del geófono⁵⁶ en los trabajos mineros, estudio y preparación de pinturas luminosas y fosforescentes, preparación de cemento magnesiano para proteger y preservar los ademes de minas, utilización de caolines y arcillas en general, aprovechamiento en metalurgia de especies minerales existentes en México y que no habían sido explotadas.

En breve, esta nueva sección estuvo encaminada a promover el eficiente desarrollo y la utilización de los recursos naturales de México que no constituyeran objeto de explotación industrial, incluyendo la investigación de minerales y rocas. Incluso, estas funciones fueron también realizadas en la Escuela Nacional de Ingenieros desde mayo de 1892, cuando el ingeniero y arquitecto Antonio M. Anza proyectó y realizó la construcción de un laboratorio.

Sobre esto último, Francisco Omar Escamilla señala que esta dependencia alcanzó gran importancia, puesto que emitía certificados oficiales de calidad para los productos de las compañías cementeras y petroleras. Luego, en 1912 la Secretaría de Comunicaciones nombró a los ingenieros Modesto C. Rolland (ingeniero civil, 1909), Marco G. Nava y José Vázquez Schiaffino (ingeniero civil, 1909) para formar las Especificaciones Mexicanas sobre cemento Portland, que concluyeron un año más tarde y que serviría para los ensayos realizados en el laboratorio. Sin embargo fue hasta 1919 cuando el laboratorio de la ENI fue ocupado por la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas como Oficina de Ensayes y posteriormente por la Comisión Nacional de Caminos.⁵⁷

La parte experimental y de utilidad pública la constituyó la Sección de laboratorios, integrada por los laboratorio de química y de petróleo. En el primero de ellos se efectuaban trabajos analíticos, se investigaban los métodos analíticos, gravimétricos y volumétricos, la determinación de la radioactividad de las aguas minerales y los ensayos de metales; estuvo a cargo de Carlos Castro. En el laboratorio de petróleo se realizaban estudios para la fijación de las especificaciones de los derivados del petróleo mexicanos y los análisis generales y especiales de muestras de petróleo.

⁵⁶ Los geófonos son transductores de desplazamiento, velocidad o aceleración que convierten el movimiento del suelo con una señal eléctrica. Estos aparatos fueron empleados para la prospección sísmica en la superficie terrestre.

⁵⁷ Escamilla, "Primer", 2013, pp. 368, 389.

Con esta oficina, el DEEG se allegó de recursos extraordinarios procedentes del cobro simbólico a los particulares por los análisis de tierras, aguas, nitratos, minerales, bitúmenes, chapopote, petróleo e hidrocarburos en general. Al tiempo, el DEEG se situó como una institución que certificaba los minerales, abonos y recursos naturales para la explotación. Cabe señalar que dentro de las acciones que llevó a cabo la Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo en 1929 para mejorar la industria, el comercio y en general la situación económica del país, se encontraron las actividades de la Sección de química analítica del DEEG, dirigidas a realizar análisis de los aceites lubricantes para aviones provenientes del Departamento de Aviación de la Secretaría de Guerra y Marina, con el fin de resolver cuál de ellos ofrecía mejores posibilidades de economía y eficacia para su empleo en los aparatos que, con motivo del acrecentamiento de nuevas rutas aéreas en la República, tendían a multiplicarse.⁵⁸

Por su parte, la Sección de topografía y dibujo estaba encargada de los levantamientos topográficos, auxiliares de los geológicos y la realización de los dibujos para las ilustraciones de las publicaciones de las memorias científicas del Departamento. Estuvo a cargo de los ingeniero de minas Luis Bolland (1847-?)⁵⁹ y José C. Haro.⁶⁰

En la Sección de fotografía se hacían las diversas fotografías para las ilustraciones de las publicaciones del Departamento y la preparación de clichés para las mismas. Por su parte, la Sección de publicaciones tenía a su cargo la preparación y corrección de pruebas de los *Boletines*, *Anales*, *Folletos de Divulgación*, *Monografías y Catálogos de temblores* que publicó el Departamento, aunque desconocemos quien o quienes fueron los encargados de esta oficina.

Y por último, la Sección de administración se encargó de la correspondencia, del registro de entrada y salida, de los trámites, de la contabilidad, así como el control sobre los gastos y consumo de material de las oficinas, del inventario, control de aprovisionamientos, conservación de equipo y nóminas de personal. Dentro de esta sección también estuvo el archivo y biblioteca.⁶¹ La secretaria del DEEG estuvo a cargo del ingeniero Ángel Aguilar de 1917 a 1919, y en este último año Enrique Mario González la ocupó hasta finales de la década de 1950.⁶² Mientras que el archivo y biblioteca estuvo a cargo de Francisco Xavier en el lapso de 1915-1916, le continuó en el cargo José Zavalza (1917), quien fungió con anterioridad de este

⁵⁸ “Boletín núm. 3 de la Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo, conteniendo orientaciones para mejorar la Industria, Comercio, y en general, la situación económica del país”, *Periódico Oficial del gobierno constitucional del estado libre y soberano de Oaxaca*, tomo XI, núm. 34, Oaxaca, 24 de agosto de 1929, p. 459.

⁵⁹ Véase cita 184 del capítulo III, p. 237.

⁶⁰ Bolland, *Goniógrafo*, 1919, 97 p., 12 láminas, 2 tablas, 3 formularios y varias figuras en el texto.

⁶¹ AHUNAM, Instituto de Geología, caja 22, exp. 205, fs. 22a-22d

⁶² AHIG, caja 535, f. 15v, en proceso de catalogación.

nombramiento como encargado de la Oficina de materiales de construcción y posteriormente el empleo lo desempeñó el ingeniero Jesús Martínez Portillo, quien fue contratado en 1915 en el Instituto Geológico con el cargo de escribiente de primera, posteriormente a inicios de 1917 fue encargado de las colecciones de fósiles y para el 31 de mayo de 1917, una vez que el Instituto quedó adscrito a la Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo se le nombró bibliotecario y archivero, puesto que desempeñó hasta 1936.⁶³

4. PERSONAL

En cuanto al personal del DEEG se refiere, éste era casi en su totalidad técnico y especialista, pero escaso; ante la falta de recursos humanos en reiteradas ocasiones se recurrió al personal extranjero. En este sentido, el director Leopoldo Salazar Salinas propuso en 1918 que este tipo de empleados fueran contratados por periodos fijos para el estudio de determinados puntos y con la obligación de impartir sus conocimientos a los noveles geólogos nacionales.

La propuesta de Salazar Salinas radicó en parte por las condiciones peculiares del país y el estado de guerra, que hacían de los viajes trayectos largos, costosos, difíciles y aún peligrosos, mientras que las comisiones de exploración se entorpecían a menudo lo que causaba pérdidas humanas y materiales. Atendiendo a lo anterior, Salazar planteó una iniciativa para subsanar ese inconveniente la cual consistió en nombrar para el desempeño de ciertas comisiones a algunos ingenieros especialistas residentes en distintas partes de la República “quienes, por medio de un contrato y mediante los comprobantes y vigilancia necesarios, ejecutarían los trabajos que el Departamento les indicara, sin devengar viáticos por viajes, ni emplear un tiempo largo que pudiera resultar excesivo en ciertos casos, por las posibles interrupciones de tráfico”.⁶⁴

Para substituir a los empleados especialistas en caso de muerte o separación del DEEG, se pusieron en marcha los empleos de “practicantes de segunda”, que serían ocupados por jóvenes estudiantes deseosos de especializarse. Con estas modificaciones se buscaba economizar, evitar el cese de plazas y “presentar una forma elástica en consonancia con la naturaleza de los trabajos del Departamento y con las eventualidades que en la Hacienda Pública pudieran presentarse”.⁶⁵

⁶³ AHIG, caja 525, fs. 30, 79, 95, 105, 124, en proceso de catalogación. José Zavalza tomó posesión del empleo como encargado de la Oficina de materiales de construcción el 15 febrero de 1917 y en mayo siguiente auxilió en las labores de la biblioteca.

⁶⁴ AHUNAM, Instituto de Geología, caja 260, exp. 4806, f. 2.

⁶⁵ *Idem.*

Otras de las modalidades implementadas por el ingeniero Salazar en el DEEG fue la intensificación en la promoción del canje de libros, de ejemplares mineralógicos, de rocas y de fósiles, el arreglo de intercambios científicos con las compañías industriales, el recibo de subvenciones de compañías mineras y petroleras para estudios de carácter general y en beneficio de ellas, la contribución de hacendados en el gasto de los estudios hidrológicos por los trabajos de exploración industrial y por las operaciones topográficas. También se nutrió la cooperación de los particulares mediante el pago de los análisis realizados en los laboratorios de la institución y se logró que un hacendado facilitara la recolección de datos geológicos y cediera a favor de un pueblo, para usos domésticos, parte del agua de sus pozos artesianos localizados por el personal del DEEG.⁶⁶

A dos años de haber ocupado la dirección del DEEG, en 1921, Salazar Salinas había centrado su gestión a la “observación atenta para lograr la completa reorganización del servicio geológico y la mejor eficiencia” del mismo, en virtud del decreto presidencial que advertía que “los comisionados de este Departamento subsistan en sus puestos”; ante ello, el director expresó que el DEEG contaba con tres partidas generales: la de “Comisionados diversos en la República”, la de “Comisionados para el estudio de los valles de la Mesa Central”⁶⁷ y la de “Comisionados en el Estado de Hidalgo”, organizadas para proseguir el estudio geológico y levantamiento topográfico y en las que se incluían, además de viáticos y gastos, autorización de sueldos.

Adicionalmente, el ingeniero Salazar indicó que varios de los miembros de las comisiones de exploración trabajarían por contrato o por tiempo fijo, de suerte que las asignaciones no podrían incluirse en las partidas del presupuesto normal; pues fue costumbre que hubiera ciertas plazas que no eran ocupadas por el personal de planta sino por individuos que por una determinada temporalidad prestaban sus servicios. Lo anterior fue “una innovación introducida por mi hace más de dos años, y que ha dado excelentes resultados”, enunció el ingeniero, la cual tenía la finalidad de no ver interrumpidas las actividades del establecimiento que dirigía.⁶⁸

⁶⁶ *Ibidem*, f. 12.

⁶⁷ AHIG, caja 533, fs. 27-28, en proceso de catalogación. En 1913, la dirección del Instituto Geológico organizó una comisión para que realizara un estudio detallado de la constitución geológica del Valle de México, con el objeto de que estas exploraciones ofrecieran la resolución de tres problemas, dos de ellos de carácter meramente científico y el otro de utilidad práctica. Los primeros fueron determinar la edad de los depósitos que forman el subsuelo del Valle y establecer un criterio para la separación de las formaciones terciarias y cuaternarias del Valle. Para ello la comisión combinó la geología y la arqueología para dar paso al paralelismo entre ciertos estudios y para establecer la sucesión de civilizaciones antiguas en el Valle, empleando métodos estratigráficos. En el orden utilitario, resolvió con mayor exactitud la circulación subterránea de las aguas en el subsuelo del Valle.

⁶⁸ AHUNAM, Instituto de Geología, caja 260, exp. 4806, f. 12.

Así pues, en la administración de Salazar al frente del DEEG en el lapso de 1918 a 1923, se puso en marcha un “sistema de comisionados”, que consideró tres modalidades de empleados para servir en la ejecución de las comisiones de exploración. Éstas fueron: especialistas extranjeros notables, comisionados para labores transitorias y personal comisionado para conocer sus aptitudes.

La primera modalidad fue de “los especialistas extranjeros”, ante la ausencia de ese tipo de expertos en México, se les contrató por un tiempo determinado para ejecutar algún trabajo en específico y con el fin de enseñar sus procedimientos y transmitir sus conocimientos a los jóvenes geólogos mexicanos que los acompañarían en calidad de estudiantes en sus trabajos de campo. Bajo esta modalidad se contrató al distinguido petrólogo de la Universidad de Chicago el Dr. Albert Johansen (1871-1962),⁶⁹ del 21 de julio al 1 de octubre de 1919 para que organizara el laboratorio de petrografía y tomara a su cargo a dos jóvenes mexicanos que pudieran más tarde hacerse cargo de esa labor; éstos jóvenes fueron el ingeniero Rafael Orozco y el practicante Rodolfo Martínez Quintero.

Otro extranjero contratado el 20 de septiembre de 1920 fue el geólogo inglés George E. Hyde, para dirigir los trabajos de la Comisión Geológica del Valle de México y en especial para hacer un estudio de la Sierra Nevada, así como las respectivas memorias. Lo acompañaron en distintas temporadas el ingeniero Manuel Santillán, los practicantes Ernesto Azcón y Santiago Mac Gregor.

También para hacer un rápido reconocimiento del Valle de México fue comisionado el geólogo Dr. Ernest Howe (1875- 1932)⁷⁰ del 18 de noviembre al 21 de diciembre de 1920 para que en unión con el jefe

⁶⁹ Pettijhon, “Memorial”, 1963, pp. 454-459, contiene un retrato. Albert Johannsen nació el 3 de diciembre de 1871 en Belle Plaine, Iowa y murió a la edad de 90 años, el 11 de enero de 1962 en Winter Park, Florida. Obtuvo el *Bachelors degree* en arquitectura en 1894 en la Universidad de Illinois. Laboró como asistente de arquitecto, diseñador de mobiliario, asistente de campo del *U.S. Geological Survey* de Wyoming y asistente de ingeniero en Salt Lake City. Regresó a la escuela y recibió el título de *Bachelor of science* en Geología en 1898 en la Universidad de Utah, después estudió en la Johns Hopkins University y obtuvo el doctorado en Petrografía en 1903, con la tesis sobre rocas serpentinas para el *Maryland Geological Survey*, donde laboró hasta 1925. Fue jefe interino de la sección de Petrología de 1907 a 1909 y en este año regresó a la Universidad de Chicago para suceder a J.P. Iddings. Fue profesor titular de 1918 a 1937. Fue uno de los petrógrafos más afamados de Estados Unidos e introductor de la petrografía microscópica, pues estudió con Rosenbusch y Zirkel en Heidelberg. Tradujo *Principios fundamentales de Petrología* de Weinschenks y escribió el *Manual de métodos petrográficos* y la *Descripción petrográfica de las rocas ígneas*, que fue publicado por la Universidad de Chicago Press. Fue un gran colector y enriqueció con cerca de 5,000 especímenes de rocas la colección de la Universidad de Chicago. Fue miembro de American Association for the Advancement of Science, de Geological Society of America, de Mineralogical Society of America y miembro honorario de la Academia Nacional de Ciencias de México y de la Deutsches Mineralogisches Gesellschaft. Asimismo, fue editor asociado del *Journal of Geology* de 1910 a 1937.

⁷⁰ Warren, “Ernest”, 1933, pp. 96-100. Ernest Howe nació el 27 de septiembre de 1875 en la ciudad de Nueva York y murió el 18 de diciembre de 1932. Fue geólogo, educado en Yale (clase de 1898) y en Harvard, donde obtuvo su maestría (1899) y Ph.D. (1901). En 1900, Howe se unió a la *United States Geological Survey* (USGS) como geólogo ayudante. La mayor parte de sus primeros trabajos fueron realizados en Colorado bajo Whitman Cross. A pesar de que se sirvió en la USGS. hasta 1910, en 1906 fue nombrado geólogo de la Comisión del Canal del Istmo. A partir de 1910 se dedicó a la práctica privada como geólogo consultor. En 1916-17 se incorporó a la expedición de la Real Sociedad Geográfica de Londres, encabezada por Hamilton Rice, al Alto Amazonas y en

del DEEG, Leopoldo Salazar Salinas, hicieran los lineamientos para su estudio. Durante su corta estancia en México hizo excursiones acompañado por los ingenieros Rafael Orozco y Teodoro Flores.

El Dr. Robert Hastings Palmer (1882-1948),⁷¹ estratígrafo y paleontologista (*sic*) norteamericano fue comisionado del 15 de octubre de 1921 a julio de 1922 para efectuar un estudio geológico petrolero de varias regiones importantes de la República, acompañado por el ingeniero Gonzalo Vivar y otros practicantes. En 1928 ocupó el cargo de jefe de la Sección de estratigrafía y paleontología del DEEG.⁷²

La segunda modalidad de geólogos oficiales se denominó “comisionados para labores transitorias”. Este grupo estuvo integrado por geólogos o ingenieros mexicanos que desempeñarían alguna labor temporal, como el levantamiento topográfico de alguna zona determinada o harían el estudio geológico de cierta región. Dentro de esta categoría estuvo el joven ingeniero Miguel Chávez Orozco, quien como topógrafo levantó el plano detallado de una región del estado de Hidalgo, en las inmediaciones del mineral de El Chico, del 1 de febrero al 11 de agosto de 1919.⁷³

El ingeniero Julio Gómez, jefe de la Sección de topografía de la Comisión Geológica del Pacífico, realizó entre el 1 de marzo al 1 de octubre de 1919 el levantamiento del plano de una parte de la porción meridional de la Baja California. También el ingeniero Luis de Luna, topógrafo adscrito a la misma comisión laboró del 1 de enero al 11 de septiembre de 1919.⁷⁴ Mientras que Othón Salvador Orozco fue topógrafo adscrito en el lapso de 6 de febrero al 11 de septiembre de 1919. El Dr. Antonio Pastor Girauld, geólogo especialista en petróleo realizó el estudio de la geología de una parte del distrito sur de la Baja California del 1 de junio de 1919 al 1 de enero de 1920. El alumno de la carrera de ingeniería de minas de la Escuela de Ingeniería de la Universidad Nacional Jorge Alberto Villatoro, estuvo también adscrito a la Comisión Geológica del Pacífico y contribuyó al levantamiento topográfico de la parte del distrito sur de Baja California, del 6 de febrero al 11 de septiembre de 1919.⁷⁵ El ingeniero Vicente Gálvez fue comisionado para realizar estudios en la costa del Pacífico. Aunque fue empleado de planta del DEEG, para el desempeño de dicha comisión se separó con licencia; regresó a sus labores el 14 de marzo de 1921.

1920 fue contratado por el gobierno mexicano para reorganizar su estudio geológico. A lo largo de su carrera, Howe publicó artículos académicos, y desde 1926 hasta su muerte se desempeñó como editor de la revista *American Journal of Science*.

⁷¹ Kirk, “Memorial”, 1949, pp. 1313-1315; Hake, “Memorial”, 1950, pp. 211-212; cf. Aguilar y Santillán, *Bibliografía*, 1936, p. 44. R.H. Palmer nació en un rancho cerca de Toledo, Ohio el 1 de diciembre de 1882 y murió el 14 de mayo de 1948 en Bay Pines, Florida a causa de una neumonía.

⁷² Cf. Palmer, “Geology”, 1927, pp. 1173-1220; Palmer, “Geology”, 1928, pp. 718-734;

⁷³ AHUNAM, Instituto de Geología, caja 260, exp. 4809, s/f.

⁷⁴ AHIG, caja 481, f. 46, en proceso de catalogación. Luis E. de Luna trabajó en la Sección de topografía desde febrero de 1918.

⁷⁵ Jorge Alberto Villatoro obtuvo el título de ingeniero de minas el 15 de abril de 1921 en la Escuela de Ingeniería de la Universidad Nacional de México. Laboró a mediados de la década de 1920 en el Departamento de Petróleo de la Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo.

Otra comisión organizada por estas fechas fue la Comisión Geológica del Valle de México en la que colaboró el ingeniero Pedro González como geólogo para redactar la memoria correspondiente. Fue designado el 21 de julio de 1921 y para ejecutar los trabajos de dibujo necesarios fue comisionado Francisco Cano el 3 de junio de 1921.

El ingeniero Manuel Muñoz Lumbier fue delegado del 1 de enero de 1919 al 1 de enero de 1920 para trabajos de sismología, y con ese carácter contribuyó a los trabajos de la Red Sismológica Nacional que por entonces pertenecía del DEEG.

Otro de los ingenieros comisionados en esta modalidad fue Antonio Acevedo para realizar el levantamiento topográfico de regiones de los estados de México y Michoacán; fue designado el 28 de marzo de 1921. Igualmente el ingeniero Luis Bolland tuvo el encargo del 1 de noviembre de 1919 al 1 de enero de 1920 de algunos trabajos especiales.

La tercera y última modalidad fue la del “personal comisionado para conocer sus aptitudes” y en virtud de ello se les daría una comisión para ponerlos a prueba. Si el resultado era satisfactorio, el comisionado sería contratado como empleado de planta en el DEEG; en caso contrario, cesaría sin mayor trámite y “sin sufrir el bochorno de una destitución o renuncia obligada”. En ella colaboró David Enríquez Ruiz en calidad de comisionado como jefe de Mineros Exploradores, adscrito a la Comisión Geológica del Pacífico entre el 1 de enero y cesó el 1 de noviembre de 1919, para ocupar el puesto de colector de muestras en el DEEG, ya que mostró grandes aptitudes para el caso.⁷⁶

El ingeniero Luis Goerne fue contratado para efectuar experimentos de flotación de minerales el 1 de octubre de 1919 y cesó el 5 de febrero de 1920 por no convenir a sus intereses continuar. Por su parte, el ingeniero José Hajar y Haro, por cierto sobrino del ingeniero José C. Haro, empleado del DEEG, colaboró en calidad de geólogo ayudante adscrito a la Sección de hidrología subterránea del 15 de julio de 1919 y cesó el 1 de enero de 1920, por tener que atender asuntos particulares, aunque en 1922 tomó parte de la Sección de hidrogeología del DEEG. Tomás Paredes, ayudante de campo y colector de rocas, quedó adscrito a la Comisión Geológica de Hidalgo del 1 de enero de 1919 y cesó el 11 de enero de 1920 para ocupar el puesto de laminador de rocas en el DEEG.

También el ingeniero Manuel Santillán, aspirante a geólogo fue comisionado el 25 de julio de 1919 y cesó el 1 de noviembre del mismo año para ocupar el puesto permanente de geólogo ayudante. Por su parte,

⁷⁶ AHUNAM, Instituto de Geología, cja 260, exp. 4809, s/f.

el ingeniero alemán Federico Turban,⁷⁷ también aspirante geólogo fue comisionado el 21 de junio de 1919 y cesó el 1 de enero de 1920 para pasar a ocupar el puesto permanente de geólogo ayudante. Turban y Salazar Salinas se conocieron en la Compañía minera “Dos Estrellas”, de ahí que el geólogo alemán fuera invitado por el ingeniero Salazar para ejecutar una comisión en el DEEG.

Otro de los ingenieros fue Ignacio Hierro, quien era ayudante del Laboratorio de Flotación y fue comisionado del 1 de enero al 1 de marzo de 1920 para tomar el cargo permanente. El ingeniero geólogo Rafael Orozco, adscrito a la Sección de petrografía fue comisionado del 1 de enero al 21 de mayo de 1920 para hacerse cargo de la jefatura de dicha oficina. Mientras que el ingeniero y mineralogista José Dovalina fue comisionado para efectuar algunos estudios especiales del 4 de marzo al 21 de agosto de 1921, y en esta última fecha pasó a formar parte del personal de planta, debido a las notables aptitudes que mostró.

Otro de los comisionados fue Gonzalo de Gortari, adscrito a la Comisión Geológica del Valle de México en el ramo de vulcanología desde el 3 de octubre de 1921, pero no fue contratado de manera permanente. El ingeniero Salvador Aguirre fue comisionado como ayudante de geólogo del 5 de septiembre de 1919 al 1 de enero de 1920 para ocupar un empleo de planta como topógrafo de primera. El ingeniero Agustín Cruz fue contratado como topógrafo adscrito a la Comisión Geológica de Hidalgo del 2 de mayo de 1919 al 1 de julio de 1920, y reingresó con la misma comisión el 16 de octubre de 1920 hasta finales de 1921. Mientras que Eduardo Cisneros fue comisionado para ayudar en el levantamiento topográfico de una parte del estado de Hidalgo en las inmediaciones de mineral de El Chico el 1 de noviembre de 1921.

Bajo este sistema de comisionados se buscó garantizar la ejecución de las comisiones de exploración, contratar a los técnicos y especialistas que demostraban destreza y aptitudes para ocupar un lugar en la nómina del DEEG y así completar los nombramientos aprobados por la Secretaría de Industria. También se buscaba perfeccionar los conocimientos de corte especializado en los jóvenes geólogos mexicanos mediante el adiestramiento por parte de los vulcanólogos, estratígrafos y petrógrafos extranjeros.

⁷⁷ AHIG, caja 552, fs. 47, 53 en proceso de catalogación. Federico Turban Bender nació el 15 de diciembre de 1884 en Weinheim, Baden, Alemania. Estudió el bachillerato en el Sympasium de Freiberg, en Baden, después obtuvo el título de teniente de ingenieros y el de ingeniero militar en el Colegio Militar en Neisse (Silesia), Alemania. Desde 1906 laboró como topógrafo minero en las minas de “Dos Estrellas” en El Oro, Estado de México, “Santa Gertrudis” en Pachuca en la Compañías Real del Monte. Fue administrador de las minas “Leandro Fernández” de Naica, Chihuahua, en la mina “El Carmen” en la Sierra Juárez de Oaxaca, en la mina “San Francisco del Oro” en Chihuahua, en la mina “Clarines”, Santa Bárbara y en Río Blanco, Querétaro. Asimismo, fue geólogo minero de la Compañía Real del Monte en Pachuca, Hgo., y en la mina “El Aguila” en Hostipaquillo, Jalisco. Comenzó a laborar en el Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos en 1919 ejecutando investigaciones geológica-mineras. El 10 de diciembre de 1936 se le extendió el diploma como miembro honorario del Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

5. EL TRABAJO DE CAMPO DE LOS GEÓLOGOS DEL DEPARTAMENTO DE EXPLORACIONES Y ESTUDIOS GEOLÓGICOS: PROYECTOS Y RESULTADOS TÉCNICOS

5.1 Los objetivos de las expediciones de exploración

El discurso del nuevo orden revolucionario en las primeras dos décadas del siglo XX argüía que debía quedar atrás la ciencia al servicio de las clases pudientes -haciendo una clara alusión a las prácticas realizadas durante el porfiriato-, y que ésta debía reorientarse a beneficiar al “pueblo”. Al DEEG correspondía investigar, por medio de comisiones de exploración, las zonas mineralizadas⁷⁸ poco exploradas o aisladas, así como registrar los recursos naturales a través informes en los que se indicara, entre otros datos, qué tipo de industria era viable desarrollar.

Las comisiones geológicas oficiales desarrolladas por el DEEG estuvieron encaminadas a “la búsqueda de [los] recursos naturales extractivos, empresa de gran utilidad para el engrandecimiento material del país, para el mejoramiento económico de los mexicanos y para el desarrollo de la geología nacional”.⁷⁹ De ahí que entre 1917 a 1928, se ejecutaran estudios a detalle de varias zonas mineras en activa explotación, por ejemplo las del mineral de El Chico y Zimapán en Hidalgo, en las que se ubicaban importantes yacimiento auro-argentíferos, plumbíferos y zincíferos.

Los fines que persiguieron las comisiones científicas fueron, entre otros, determinar el valor comercial de los recursos naturales contenidos en el subsuelo de las regiones exploradas, localizar las zonas de mejor enriquecimiento de los criaderos metalíferos o los lugares de mayor acumulación del petróleo, con la mira de atraer el capital hacia ellas. Pese al desarrollo de los trastornos políticos que alteraron la paz y menguaron las arcas del erario federal, las expediciones geológicas se efectuaron parcialmente.

En este tenor, dentro del DEEG se organizaron diversas comisiones para explorar lo relativo a movimientos de tierra, fenómenos volcánicos, aguas y recursos del subsuelo, a través de las secciones que integraron la institución: de Exploraciones; de Estudios Geológico mineros; de Estudios geológicos de las regiones petrolíferas; de Hidrología subterránea; de Topografía y Dibujo; de Química y Metalurgia; de Estudios especiales y de Secretaría, Biblioteca y Archivo. De estas destacaron tres oficinas: Geología minera, Geología petrolera y la de Hidrología que mantuvieron una estrecha relación con el trabajo experimental

⁷⁸ Foucault *et al.*, *Diccionario*, 1985, p. 197. La mineralización es el conjunto rocoso que contiene sustancias útiles en porcentaje suficiente para justificar una explotación. En la práctica, el término designa esencialmente las sustancias metálicas, excluyéndose especialmente los materiales de construcción y los combustibles.

⁷⁹ AHIG, caja 381, f. 1, en proceso de catalogación.

realizado en el Departamento de Petróleo dentro del Laboratorio de Química, dado que la política económica descansaba en buena parte en la explotación que pudiera hacerse de esos recursos, tan pródigos en México.

Las expediciones o comisiones científicas fueron designadas para llevar a cabo estudios de los recursos minerales, metálicos y no metálicos y petroleros, teniendo en cuenta la exploración y la explotación, siendo su objeto estrictamente utilitario y para que éste sirviera de estímulo para el desarrollo de los recursos naturales de los estados como fuente de su riqueza. Los trabajos de estas empresas científicas tenían dos etapas: la primera dedicada a las labores de campo, y una vez que terminaban de hacer los recorridos por las porciones geográficas de interés, regresaban al DEEG y se proseguía con los trabajos de gabinete, que incluía la clasificación de los especímenes y la redacción de los informes o memorias técnicas.

Por lo general, los particulares tomaban a su cargo la parte de explotación, en tanto que la comisión geológica federal debía hacer de la exploración su función principal. Se trató de la exploración no en el sentido tan generalizado de hacer viajes a través de distritos salvajes y despoblados, por el contrario, fue en las regiones más ricas de los estados donde valía la pena hacer estudios geológicos para determinar la distribución, no únicamente geográfica sino geológica de los recursos.

Fue sumamente importante saber en qué estrato especial debía buscarse cierto metal, como también en qué localidad, dado que el valor de los informes de los criaderos fue en parte de orden científico y en parte comercial. No menos importante fueron las relaciones que guardaban los criaderos con las vías de comunicación, las facilidades de la explotación minera, la calidad del metal, el costo de producción, desarrollo que se le podía dar en el mercado y otros puntos de importancia económica.

5.2 Protocolo para los informes técnicos

El geólogo norteamericano Harry Foster Bain (1872-1948)⁸⁰, director y fundador del *Geological Survey* de Illinois en 1905, en su artículo “What should appear in the report of a state geologist?” publicado en

⁸⁰ Harry Foster Bain fue el primer director del Servicio Geológico Estatal de Illinois en noviembre de 1905. Asistió a Moore's Hill College, Indiana, a la Universidad Johns Hopkins y a la Universidad de Chicago, donde obtuvo su doctorado en 1897. Comenzó su carrera profesional en el Servicio Geológico de Iowa donde dio a conocer una serie de informes de los condados y de ocho trabajos sobre geología glacial y geología fisiográfica. También publicó informes sobre los carbones de Arkansas y en el campo de carbón del oeste. De 1901 a 1902, trabajó en la minería en Colorado antes de unirse al Servicio Geológico de los Estados Unidos en 1903, por esta fecha publicó una serie de informes sobre los depósitos de fluorita de Kentucky e Illinois y de los depósitos de plomo y zinc del Alto Valle de Mississippi. Al ingresar al Servicio Geológico de Illinois de reciente creación, en noviembre de 1905, Bain

Economic Geology en 1906, fijaba algunos de los principios para la elaboración de un informe geológico estatal. Este documento debía contener los resultados del estudio en una forma accesible y conveniente, en respuesta a que las comisiones geológicas estatales habían sido designadas para llevar a cabo estudios de los recursos minerales teniendo en cuenta la exploración y la explotación, de ahí que su objeto fuera estrictamente utilitario.

Bain señalaba que las fases educativas del trabajo del geólogo oficial serían incidentales, pues dentro de la exploración quedaba comprendido todo el trabajo de investigación de campo y algunos estudios en el laboratorio, que tenían el objetivo de determinar la distribución, la forma de los criaderos y la valorización de los minerales del Estado, por medio de un cuidadoso estudio de la estratigrafía y la geología histórica del distrito.

En principio debía evitarse hacer trabajos duplicados, pues el deber principal de la comisión radicaba en coleccionar y brindar datos que no podía obtener el público por otro conducto. También quedaba en obligación de brindar información respaldada por personal competente, es decir, por especialistas, y por último, presentar periódicamente estadísticas de producción para su publicación, pues en palabras de este articulista: “no hay otra cosa que ponga más en contacto a los productores con la Comisión Geológica que estas estadísticas”.⁸¹

Los principios enunciados por Bain fueron seguidos por los geólogos del DEEG, pese a que durante varios años los investigadores carecieron de un protocolo oficial para redactar los informes o memorias científicas. En 1923 entró en vigor el reglamento que fijaba las partes que debía contener todo informe

diseñó una organización para investigar todas las fases de la geología y los recursos minerales importantes del estado. Reclutó a un reducido equipo de profesionales pero utilizó a los especialistas y estudiantes de varias universidades del estado. Bain creía que el Servicio Geológico debía servir a las necesidades tanto educativas y económicas. Esto dio lugar a una serie especial de boletines educativos y materiales locales para su uso en las aulas de Illinois. La cartografía topográfica fue reconocida como una necesidad básica y una prioridad, en el acuerdo de cooperación realizado con el *U.S. Geological Survey*, que se mantiene hasta hoy en día. Bain también convocó a una reunión en 1906 en Chicago para organizar la Asociación del Valle del Mississippi de los Geólogos de Estado, lo que llevó a la formación dos años después de la Asociación Americana de Geólogos Estatales que tuvo como misión promover el desarrollo de conocimientos y la cooperación entre los servicios geológicos estatales, separados de los intereses del *U.S. Geological Survey*, centrado en las prioridades federales. Bain organizó programas de cooperación con las agencias federales y estatales que se ocuparon de la geología, la minería, la cartografía topográfica, la recuperación y reclamación de tierras, la construcción de carreteras y el suministro de agua. También contó con la buena voluntad de los operadores de carbón y los mineros, operadores de tierra, funcionarios del ferrocarril, sociedades de ingeniería, la prensa técnica y los profesores de secundaria. El servicio geológico rápidamente fue reconocido como un organismo importante para la investigación científica y la difusión de la información para el desarrollo del estado. Bain dejó el cargo de director del Servicio Geológico del estado de Illinois en 1909 para aceptar una oportunidad más desafiante. También fue editor de *Mining and Scientific Press*, periódico semanal estadounidense establecido en 1860 bajo la dirección de T.A. Rickard. Disponible en <http://isgs.illinois.edu/?q=h-foster-bain>, consultado el 26 de noviembre de 2013.

⁸¹ AHIG, caja 247, f. 1, en proceso de catalogación. En la caja referida se incluye en uno de los expedientes la traducción a una parte del texto de H. F. Bain. Cf. Bain, “What”, 1906, p. 484-498.

técnico estatal: título del trabajo, indicando las causas que hayan entorpecido el desarrollo de los trabajos de campo, prólogo e introducción, indicando la índole y objeto del trabajo, sus relaciones con otros estudios, colaboradores, datos obtenidos de fuentes de información, explicaciones generales necesarias y observaciones de utilidad; situación o localización de la región estudiada.⁸²

También debían contener la historia del sitio estudiado; las vías de comunicación, mencionando ferrocarriles, carreteras y caminos de herradura y proponiendo las mejoras necesarias; itinerarios (como se habían efectuaron las exploraciones en toda la región, indicando la distancia aproximada por el camino en kilómetros y el número de horas empleadas a caballo); fisiografía y orografía; hidrografía (aguas temporales o permanentes, lagos, manantiales, su situación en el plano, su temperatura, gasto, altitud, modo de emergencia, pérdidas y resurgencias de los ríos, nivel máximo en las crecientes, gasto máximo y mínimo, y demás datos sobre aforos, precipitación fluvial e índice de escurrimiento).

Igualmente se consideró en el informe la geomorfogenia (clasificación de las formas del relieve, ya fueran fluviales, glaciales, eoleanas, marinas y formas mixtas); clima (lugar y altura barométrica); obras hidráulicas acompañadas de fotografías panorámicas y las de los detalles principales para ilustrar este capítulo; itinerarios geológicos (con la indicación de las distintas formaciones geológicas que se encontraron); geología general: rocas (clase, número de ejemplar, clasificación, antigüedad y localidad); consideraciones estructurales; cortes geológicos (con el fin de completar las ideas respecto a la geología general y estructura de la región); distribución geográfica y geológica de los criaderos minerales, por la estrecha relación entre la génesis de los criaderos minerales y la naturaleza de las rocas que dominaban en cada zona mineralizada. Además de las conclusiones de utilidad práctica, minerales y la bibliografía.⁸³

5.3 Financiamiento de las comisiones de exploración

En cuanto al financiamiento se refiere, las comisiones geológicas del Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos contaban con una partida federal suministrada por la Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo para realizar primordialmente estudios científicos de aplicación, más que para hacer estudios de índole especulativa. Por su parte, los comisionados estaban obligados a telegrafiar desde cada uno de los

⁸² AHUNAM, Instituto de Geología, caja 1, exp. 17, f. 19. Expresar por medio de coordenadas geográficas, refiriendo las de longitud al meridiano de Greenwich. Situación en relación con la geografía política. Limitación de la misma zona por medio de un polígono, cuyos vértices serán del terreno, fácilmente identificables, como poblados, accidentes fisiográficos, etc. Superficie aproximada, en kilómetros cuadrados.

⁸³ *Ibidem*, pp. 18-23; AHIG, caja 91, f. 188, en proceso de catalogación.

puntos que tocaran, para que la dirección del DEEG tuviera constantemente noticias de sus movimientos.⁸⁴ El resultado de las expediciones era presentado en un informe, el cual era publicado en alguno de los órganos de expresión con que contaba el establecimiento: el *Boletín* (1895), los *Anales del Instituto Geológico de México* (1917),⁸⁵ los *Folleto de Divulgación* (1919), que por cierto “habían tenido muy buena aceptación y han motivado la explotación en zonas nuevas, sobre todo en lo que referente a la industria petrolera”,⁸⁶ alguna *Monografía especial* o en bien el *Boletín Minero* o *Boletín del Petróleo* de la Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo.

De esta manera, las comisiones de exploración que realizó el Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos fueron financiadas enteramente por el Estado y tenían objetivos dirigidos a cumplirse en una determinada temporalidad. En cuanto al equipo científico del que se servía para el efecto, estaba integrado por la plantilla de investigadores distribuidos en torno a las secciones que anteriormente se señalaron y a los practicantes provenientes en su mayor parte de la Escuela Nacional de Ingenieros que, al tiempo, podrían integrarse al organismo en calidad de ayudantes. Para garantizar el éxito en cada una de las expediciones se nombraba a un inspector, quien debía informar de manera “verídica y detallada” al director del DEEG del avance de los trabajos levantados sobre la marcha.

5.4. Trabajo de campo

Fueron numerosas las empresas de reconocimiento que organizó el Instituto Geológico adscrito al Departamento de Exploraciones de Estudios Geológicos como se indicó con anterioridad. Sobre todo se efectuaban entre los meses de noviembre a mayo, dividiéndose en dos temporadas: verano e invierno, con el fin de evitar las lluvias que hacían de las comisiones de exploración una actividad más compleja y difícil.⁸⁷ Para el año fiscal de 1917-1918 se organizaron los trabajos del DEEG, con fundamento en que los estudios geológicos de los distritos mineros del país debían recibir atención preferente por parte de las autoridades, dada la importancia industrial de la riqueza metalífera y en vista de la necesidad de suministrar a los industriales la mayor suma de datos para el mejor conocimiento de las localidades en trabajo.

⁸⁴ AHUNAM, Instituto de Geología, caja 180, exp. 3190, f.7.

⁸⁵ En 1917 cuando el director del establecimiento era el ingeniero Ezequiel Ordóñez dio inicio la publicación *Anales del Instituto Geológico de México*; con su circulación dejó de publicarse la revista *Parergones* que llegó al cuaderno núm. 10, que completó el tomo V.

⁸⁶ AHIG, caja 30, f. 2, en proceso de catalogación.

⁸⁷ AHIG, caja 30, f. 9, en proceso de catalogación.

Por esta razón el personal destinado a esta clase de estudios se aumentó ligeramente, toda vez que “considerando que el Instituto Geológico Nacional debe tomar un interés más activo y especial en el estudio geológico de las regiones petrolíferas mexicanas, me han decidido a someter a la consideración de ese Ministerio, un personal un poco mayor que el que se tiene presupuestado en el presente año fiscal”. De esa manera se incrementó la partida para los gastos de viáticos, el personal en las secciones de Estudios mineros, de Estudios petrolíferos y en el laboratorio de química, el sueldo diario al secretario y a los geólogos mineros, con miras a obtener una mayor eficiencia en el trabajo del personal dedicado a esos servicios, aunque, las plazas autorizadas siguieron sin estar cubiertas en su totalidad, pues “conseguir personal idóneo y suficiente educado en esta clase de trabajos” representaba una dificultad, aunado a que la reducción constante de los sueldos hacía que el empleo fuera poco atractivo.⁸⁸

Con miras a dar a conocer en una forma práctica y utilitaria los recursos naturales del suelo patrio se realizaron estudios de geología económica en la cuenca de México y en las islas del Pacífico.⁸⁹ Bajo esa última idea, en 1917 la Secretaría de Industria organizó una Comisión encargada del estudio de esa porción insular, sin embargo, no pudo llevarse a efecto sino hasta fines de 1918, la cual tomó en consideración los estudios previos que en 1912 había realizado el Instituto Geológico.

Los estudios de la “Comisión Geológica Exploradora del Pacífico” estuvieron orientados de manera especial a investigar la existencia y posibilidad de explotación industrial del petróleo en la costa del océano Pacífico, toda vez que el petróleo significó una rama de explotación en desarrollo ascendente que carecía de orientación científica, con excepción a lo que elaboraban las empresas privadas. Por eso se consideró en el proyecto que el personal técnico estaría organizado en tres secciones dedicadas al estudio del petróleo, las minas y los demás recursos naturales en general, en tanto que el personal administrativo se encargaría de los trabajos de topografía y fotografía. Para esta comisión se calculó un costo de \$ 50,000 que se invertirían en seis meses para explorar 160,000 km² estimados en la superficie de la península de California e islas.

También se proyectó que la Sección del petróleo de la Comisión del Pacífico se ocupara de las investigaciones de depósitos petrolíferos e hidrocarburos derivados en las islas del Golfo y del Pacífico, así como el litoral de ambos mares. Harían observaciones de geología general y de los recursos que se encontraran en la zona recorrida. Por su parte, la Sección de minas tendría a su cargo la geología en general, los recursos minerales, los criaderos de oro, plata, cobre, hierro, manganeso, magnesita, yeso, azufre,

⁸⁸ AHUNAM, Instituto de Geología, caja 260, exp. 4805, ff. 20-21.

⁸⁹ Cf. Muñoz Lumbier, “Urge”, 1917, pp. 3-5; Muñoz Lumbier, “Algunos”, 1919, 54 p., 9 láminas.

carbonatos, fosfatos; materiales de construcción, como granitos, mármoles, canteras y, por último, las obligaciones de la Sección de recursos naturales eran estudiar las salinas, los nitratos y el guano.⁹⁰

La Comisión Exploradora del Pacífico quedó integrada por los ingenieros Miguel Bustamante (hijo) en calidad de jefe, Ángel Aguilar proveedor, Vicente Gálvez subjefe de la comisión, Enrique Díaz Lozano geólogo paleontologista y estratígrafo, Julio Gómez jefe de topógrafos, Jesús Chávez topógrafo, Luis E. de Luna ayudante de topógrafo, Othón Salvador Orozco y Jorge A. Villatoro practicantes y ayudantes generales, David Enríquez Ruiz jefe de mineros exploradores, Joaquín Chávez muestreador (*sic*) y Gumersindo García, mecánico. Para garantizar la eficacia de la empresa científica el personal se dividió en dos partes: una compuesta por los ingenieros Salazar Salinas, Bustamante, Gálvez y el ayudante David Enríquez, quienes salieron de la Ciudad de México el 22 de febrero de 1919 con destino a la península. El resto, quedó bajo el mando de Ángel Aguilar.

Durante la ejecución de los trabajos, el ingeniero Salazar Salinas viajó a los Estados Unidos para visitar la State Mining Bureau de California para enterarse de los procedimientos de trabajo que fueran útiles al Instituto Geológico, visitar los campos petrolíferos, contratar a un petrografista (*sic*) para que efectuara los trabajos de ese ramo y enseñara en el manejo del microscopio a los ingenieros mexicanos, empleo que recayó en el afamado Alberto Johannsen, quien adiestró a Rafael Orozco, Rodolfo Martínez Quintero y realizar la compra de algunos instrumentos necesarios para la Comisión Exploradora del Pacífico.⁹¹

Por su parte los ingenieros Miguel Bustamante y Ángel Aguilar, recorrieron parte de Bahía Magdalena y la costa oriental de la península de la Baja California. Durante esta expedición tocaron varios lugares donde se suponía la existencia de indicios de petróleo, aunque tal sospecha no se pudo comprobar, pese a que se visitó un lugar llamado “El Conejo”, famoso por la existencia de chapopoterías. También se reconocieron los criaderos de magnetita en la Isla Margarita, explotada por una compañía americana que, de acuerdo al comisionado: “tiene una planta de calcinación en San Diego, donde mezclan la magnetita de origen mexicano, que es bastante pura, con las magnetitas de California, de inferior calidad”. Asimismo visitaron La Purísima, donde encontraron un pozo abandonado que, según datos recogidos, había sido perforado diez años atrás por una compañía americana (profundidad de 1, 500 metros).⁹²

Sin embargo, como toda empresa de exploración sufrió dificultades, entre éstas la integración del personal, la escasez de fondos, la irregularidad de que la segunda parte de la comisión saliera sin esperar el

⁹⁰ “Exploración”, *Boletín* 39, 1922, pp. 3-4.

⁹¹ *Ibidem*, pp. 7, 45-63.

⁹² AHIG, caja 535, f. 15v, en proceso de catalogación.

aviso del ingeniero Salazar Salinas, la inactividad y desobediencia del ingeniero Miguel Bustamante y la falta de vías de comunicación en la región visitada. Cabe señalar que los comisionados no podían proporcionar datos del estudio a los particulares, a las autoridades ni a la prensa, pero sí podrían ofrecer conferencias públicas.

Algunas de las conclusiones a las que llegaron los comisionados fueron que las manifestaciones superficiales de petróleo eran pocas y aisladas en el Golfo, siendo la región del Pacífico la que ofrecía mayores garantías de éxito. Aunque el estudio arrojó mayor cantidad de datos sobre la península de Baja California, sobre todo de las negociaciones mineras visitadas, además de que se colectaron muestras de aceite, alquitrán, rocas, minerales y fósiles, para ser analizadas en el laboratorio.

Otra comisión emprendida bajo la dirección de Salazar Salinas fue sobre el criadero de fierro del cerro del Mercado, situado en los alrededores de la ciudad de Durango;⁹³ igualmente se elaboraron diversos estudios hidrogeológicos en regiones del país, con el objetivo de proveer agua potable a varias comarcas, pueblos y ciudades por medio de la captación de aguas subterráneas.⁹⁴

Una región que ocupó desde el siglo XVIII la atención de los hombres de ciencia e ingenieros fue la Cuenca de México o Valle de México;⁹⁵ en este tenor destacaron los estudios hechos por el presbítero y polígrafo novohispano José Antonio Alzate, Joaquín Velázquez de León, Ramón Almaraz, Manuel Orozco y Berra, Antonio Peñafiel, Francisco Díaz Covarrubias y otros más.⁹⁶ Asimismo, los investigadores del Instituto Geológico de México y del DEEG efectuaron investigaciones como la realizada por Ezequiel Ordóñez sobre las rocas eruptivas del suroeste de la cuenca en 1895.⁹⁷ Dos años después, el mismo Ordóñez, José G. Aguilera y Pedro C. Sánchez dieron a conocer un estudio sobre el mineral de Pachuca, perteneciente a la cuenca.⁹⁸

En 1911 se reanudaron los estudios sobre la Cuenca de México con el estudio del ingeniero Juan de D. Villarello sobre las aguas subterráneas en el borde meridional, y para 1918 se publicó en los *Anales del Instituto de Geología* un estudio sobre el tequesquite del Lago de Texcoco por el ingeniero Teodoro Flores, así como los estudios de Heriberto Camacho sobre el volcán Popocatepetl y el análisis de las cenizas por

⁹³ Salazar Salinas *et al.*, “Cerro”, 1923.

⁹⁴ Flores, “Alocución”, 1941, p. 7; Castelazo, *200 años*, 2011, pp. 524-525.

⁹⁵ Salazar Salinas, *Prólogo*, 1932, p. 18. Comúnmente se ha llamado Cuenca de México por corresponder la forma que afecta al concepto que los libros de geografía asignaban a la voz “Valle”. En el caso en que las aguas de una depresión no tiene salida natural conviene la palabra “cuenca”, pero la connotación de ese vocablo, desde el punto de vista estrictamente geológico, es aún más imprecisa, desde el momento en que implica la noción de origen, o sea de valor geomorfológico.

⁹⁶ Cf. Saldaña, *Ciudad*, 2012, pp. 29-63.

⁹⁷ Cf. Ordóñez, “Rocas”, *Boletín* 2, 1895, 56 p., 21 láminas.

⁹⁸ Cf. Aguilera *et al.*, “Mineral”, *Boletín* 7, 8 y 9, 1897, 184 p., 14 láms.

Rodolfo Martínez Quintero, ambos elaborados en 1922 y publicados en 1925. Sin embargo, dichos trabajos no constituyeron un estudio sistemático de la región ni cubrieron toda la extensión.

En 1918, cuando el ingeniero Leopoldo Salazar Salinas ocupaba la dirección del DEEG, se concibió la idea de organizar una nueva comisión para que realizara un estudio completo. La empresa exploratoria se llamó Comisión Geológica del Valle de México. Para el efecto se contrató al geólogo George Hyde quien tuvo a su cargo a algunos subalternos e inició sus trabajos en noviembre de 1921 con el estudio de las fumarolas exhaladas por el Popocatepetl, pues tal fenómeno tenía sumida a la población en el temor, en parte por las notas en la prensa elaboradas por manos no expertas que hablaban de una inminente erupción.⁹⁹

Fue necesario que el Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos asumiera como imperativo la elaboración de un informe cuidadoso y avalado por manos especializadas, que en ese caso recayó en el geólogo norteamericano Ernesto Howe y el afamado vulcanólogo, también norteamericano, George Hyde. En calidad de ayudante estuvo el estudiante de ingeniería Guillermo Salazar Viniegra, -hijo de Leopoldo Salazar Salinas quien obtuvo en 1924 el título de ingeniero topógrafo en la Escuela de Ingeniería de la Universidad Nacional de México- quien entre 1921 y 1922 participó en los trabajos topográficos ejecutados en Tlamacas.¹⁰⁰

Producto de los trabajos de campo, Hyde redactó una memoria que quedó inédita, pues en 1923 cuando Salazar dejó la dirección del DEEG los estudios sobre la Cuenca fueron suspendidos los cuales serían retomados en febrero de 1929 con el regreso de Salazar a la jefatura,¹⁰¹ aunque se tropezó con “la falta de cooperación que varias personas mostraron”.¹⁰² Aunque Salazar no indica quienes y de qué manera trataron de obstaculizar las actividades, se puede aventurar que él no fue un director querido por sus correligionarios, a diferencia de Villarello que mereció festejos por su onomástico y una cariñosa necrología publicada en la Sociedad Geológica Mexicana. Ahora bien, el estudio científico de la cuenca tuvo como propósito fijar la existencia, o la inexistencia, de yacimientos petrolíferos, debido a que varias empresas industriales que, apoyándose en la hipótesis de la existencia del aceite pético, con regularidad reunían capital, colocaban acciones y hacían trabajos de perforación para determinar la existencia de esos yacimientos.¹⁰³

⁹⁹ AHIG, caja 91, f. 20, en proceso de catalogación.

¹⁰⁰ AHIG, caja 444, s/f, en proceso de catalogación.

¹⁰¹ AHIG, caja 398, fs. 13, 53-61, en proceso de catalogación.

¹⁰² Salazar Salinas, *Prólogo*, 1932, p. 11.

¹⁰³ *Periódico Oficial*, 1929, p. 334. El estudio preliminar dará ocasión a nuevos trabajos de mayor precisión científica relacionados siempre con las compañías perforadoras y con la protección y orientación ya que se podrá fijar las probabilidades de éxito de las personas que invierten cantidades de dinero en negocios petrolíferos en la cuenca del Valle de México.

Salazar Salinas indicó en el *Prólogo de un Estudio Geológico de la Cuenca de México*, que no sólo los geólogos oficiales estuvieron interesados en esa región, pues algunos funcionarios públicos como el ingeniero topógrafo e hidrógrafo Pascual Ortiz Rubio (1877-1963),¹⁰⁴ secretario de Comunicaciones y Obras Públicas en 1920 y Ramón P. de Negri, secretario de Industria en 1929, acogieron con interés los estudios del DEEG. Incluso, Ortiz Rubio al asumir la Presidencia de la República designó el 30 de diciembre de 1931 a Salazar Salinas como asesor técnico de la Comisión Técnica de la Cuenca de México.¹⁰⁵

Por otra parte, otra comisión destacada fue la organizada en el mes de noviembre de 1921 para explorar las riquezas del Cerro Blanco en Tlaxcala, muy próximo a la capital del estado. Para el efecto se comisionó al ingeniero Manuel Santillán,¹⁰⁶ originario de la Hacienda de Xalostoc, en Tlaxco, y quien posteriormente gobernador de este estado de 1941 a 1944. Para Santillán:

En general, se sabe que el Valle de Tlaxcala es un tributario del gran valle de Puebla, situado a una altura de 2,310 metros sobre el nivel del mar. La formación de las eminentes montañas que lo circundan son de origen volcánico cuyo foco de producción fue probablemente el volcán de la Malintzin.

El Cerro Blanco está situado a unos 6 kilómetros al W. de la ciudad de Tlaxcala, capital del Estado, y estando su cima a 260 metros sobre el nivel medio de la planicie que extiende al Sur. La ciudad de Tlaxcala es pintoresca, tiene el clima frío y sano; y en sus orillas del lado norte pasa el río Zahuapan, el cual nace en las faldas de los cerros de Tlaxco y va a unirse con el río Atoyac, siendo quizá el río principal del Estado.¹⁰⁷

¹⁰⁴ Herrera, "Ingenieros", 2010, pp. 172-173. Pascual Ortiz Rubio nació en Morelia, Michoacán. Realizó sus estudios preparatorios en el Colegio de San Nicolás y la carrera de ingeniero en la Escuela Nacional de Ingenieros. En 1917 asumió la gubernatura de su estado natal y durante su mandato fundó la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Fue secretario de Comunicaciones y Obras Públicas durante el gobierno de Adolfo de la Huerta y durante el primer año de la administración de Álvaro Obregón. En 1924 el presidente Calles lo nombró ministro de Alemania y en 1926, embajador de Brasil. De 1930 a septiembre de 1932 fue presidente de la República; de este año hasta 1935 permaneció en Estados Unidos. A su regreso, el presidente Lázaro Cárdenas lo nombró gerente de la Compañía Petro-Mex. Murió a los 86 años, el 4 de noviembre de 1963.

¹⁰⁵ Salazar Salinas, *Prólogo*, 1932, p. 11.

¹⁰⁶ Manuel Santillán Osorno (nació el 29 de septiembre de 1894 y murió el 12 de octubre de 1982) fue un ingeniero geólogo y político mexicano. Manuel Santillán era el menor de tres hermanos. Nació en la Hacienda de Xalostoc, Tlaxco, Tlaxcala. Sus padres fueron Calixto Santillán y Manuela Osorno. Se casó con Luz Gamper, y tuvieron tres hijos. Terminó sus estudios de bachillerato en la Universidad Veracruzana en Jalapa, y más tarde recibió tres títulos en ingeniería: el primero en ingeniería geológica y geodésica; el segundo en ingeniería metalúrgica y minera; y el tercero en ingeniería civil de la Escuela de Ingeniería de la Universidad Nacional de México (UNM). Comenzó su carrera como ingeniero de minas en Pachuca, Hidalgo en 1919. Con Tomás Barrera, Santillán realizó exploraciones en el norte de Baja California en 1928. Publicaron sus resultados con un mapa geológico en 1930. Muchos de los fósiles obtenidos por Santillán y Barrera, cerca de Arroyo de Santa Catarina, fueron depositados en la Universidad de California (Loc. 647 U. C. Coll.). Fue nombrado jefe de geólogos de minas y petróleo en la Secretaría de Industria y Comercio en 1929. En abril de 1929, Leopoldo Salazar Salinas, director del Instituto Geológico de México, comisionó a Manuel Santillán el estudio de los depósitos de minerales de Pachuca y su relación con las rocas del mioceno, mismo que se publicó en 1931.

¹⁰⁷ AHIG, caja 451, f. 2, en proceso de catalogación.

En su informe, el ingeniero Santillán indicó las vías de comunicación existentes para llegar a caballo al Cerro Blanco, la importancia industrial de los recursos, entre los que destacó la existencia de “arcillas de varios colores, de distinta plasticidad y composición, las cuales tenían grande aplicación en la industria para fabricar ladrillos, objetos de porcelana, mosaicos, hornos, crisoles, refrigeradores, filtros, discos de fonógrafo y cemento. Todas estas arcillas existían en gran cantidad, y eran de buena calidad, lo que unido a la facilidad de las vías de comunicación, las hacía susceptibles de una explotación a grande escala”.¹⁰⁸

También apuntó la existencia de distintas clases de arenas que podían servir como material abrasivo en la construcción de piso de cemento, vidrio o en la fabricación de dinamita. Luego de poco más de mes de trabajos, el 6 de diciembre de 1921 terminó la Comisión Exploradora del Cerro Blanco, cuyo informe fue publicado nueve años después bajo el título: "Arcillas y arepas en Cerro Blanco, Tlaxcala, y sus alrededores" en los *Anales del Instituto Geológico* de México en 1930.¹⁰⁹

Igualmente, en 1922 la Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo aprobó el plan general que se propuso desarrollar el personal del DEEG. El plan inició un periodo de impulso a los estudios geológico-mineros en la República, “hasta donde las circunstancias del momento lo permitieran” por medio de la publicación oportuna de monografías y estudios, “ya de carácter general, ya de índole especial, destinadas a dilucidar los problemas científicos que importan al industrial y a promover el amplio desarrollo que el Gobierno Nacional desea de los recursos minerales del país”¹¹⁰ y por el caudal de datos que las empresas mineras aportarían así como los hombres interesados en el manejo de la industria del subsuelo, a través de un cuestionario que se formuló y los que, en especiales expediciones, se colectasen por los miembros del Departamento.

5.5 Trabajo de gabinete

Una vez que los comisionados del DEEG regresaban de las excursiones, eran ayudados en su trabajo de gabinete por todas las oficinas técnicas auxiliares, tanto en el estudio y clasificación al microscopio de las rocas colectadas, en el análisis químico de estas mismas, el estudio y ensaye de los minerales, al análisis de las

¹⁰⁸ *Idem.*

¹⁰⁹ *Ibidem*, f. 29.

¹¹⁰ AHUNAM, Instituto de Geología, caja 180, exp. 3177, f. 2.

muestras de petróleo recogidas en las zonas exploradas, la destilación y estudio de los productos obtenidos de las rocas bituminosas o petrolíferas colectadas.

Posteriormente se continuaba con el dibujo de los planos y cortes geológicos y en el revelado e impresión de las fotografías tomadas en las distintas excursiones. Con esa labor de colaboración entre las oficinas se formaban las memorias técnicas para que fueran publicadas y útiles para el desarrollo de los trabajos de exploración y explotación en las industrias minera y petrolera.¹¹¹

Fueron decenas de comisiones de exploración las que se organizaron en el DEEG en diversas localidades de la República con un objeto particular y con una temporalidad variable (véase apéndice). Como se indicó con anterioridad, todos los estudios ejecutados por el personal del establecimiento fueron publicados en los órganos de divulgación del Departamento. Con el fin de alentar el espíritu de empresa, se continuó por cuenta del gobierno la reimpresión de la obra *La industria Minera de México*, en aras de difundir los resultados obtenidos en la explotación de las minas.

En la década de 1920 se procedió a formar una monografía geológica y minera de los distritos de Aldama, Bravos, Hidalgo y Mina del estado de Guerrero, y con la participación del DEEG se comenzó a realizar un *Catálogo de las especies minerales mexicanas y de sus aplicaciones industriales*¹¹² y se publicó un glosario de términos geológicos preparado por los ingenieros Leopoldo Salazar Salinas y Carlos F. de Landero para uniformar la terminología y evitar en lo posible la introducción de galicismos y anglicismos, que producían confusión en los conceptos vertidos en los informes producidos por los miembros del Departamento, por los ingenieros oficiales o los particulares.¹¹³

¹¹¹ AHIG, caja 29, f. 61, en proceso de catalogación.

¹¹² Castelazo, *200 años*, 2011, p. 509; cf. Instituto, “Catálogo”, *Boletín 40*, 1923, 290 p.; Instituto, “Catálogo” *Boletín 41*, 1923, 152 p.

¹¹³ AHIG, caja 442, f. 72, en proceso de catalogación.

Conclusiones

Las prácticas científicas y la ejecución de las comisiones de exploración por los investigadores del Instituto Geológico de México, adscritos al Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos, significaron un esfuerzo de los geólogos y de los gobiernos por conocer ciertas porciones territoriales con potencial económico (minerales, mantos acuíferos y petróleo). De manera particular se observa que al finalizar la década de los veinte, los estudios sobre los yacimientos petrolíferos fueron el hilo conductor en las exploraciones que debían realizar los geólogos estatales, de ahí que para 1927 se crearan las carreras de ingeniero petrolero e ingeniero geólogo en la Escuela de Ingenieros, orientadas a la exploración y prospección de los hidrocarburos, lo que preconizó el surgimiento de una elite técnica que más tarde ocuparía los puestos en Petróleos Mexicanos.

De acuerdo a los informes anuales rendidos por el director y jefe del Instituto Geológico y del DEEG, queda manifiesto que nunca desapareció el Instituto, como se ha afirmado en la historiografía. La continuidad del instituto de origen porfiriano y su adscripción al nuevo departamento emanado de los gobiernos de la revolución explica el énfasis en los estudios de aplicación inmediata, pero también revela que la geología básica siguió cultivándose, sobre todo con la contratación temporal de expertos extranjeros (petrólogos, vulcanólogos etc.), dada la carencia de ese tipo de recursos humanos en México.

Sin embargo, la inestabilidad política y la situación de crisis permanente en los gobiernos de Huerta, de Carranza y los sucesivos, se reflejó en la multitud de cambios institucionales y legislativos. En el caso particular del DEEG, los objetivos con los que nació en 1917 no lograron consolidarse en propuestas efectivas, ya que por decisión presidencial este departamento fue incorporado a la Universidad Nacional el 16 de noviembre de 1929, con el nombre de Instituto de Geología.

En términos legislativos, buena parte de la exploración y explotación de los recursos continuó en manos extranjeras, pese la existencia del artículo 27 de la Constitución Política que había nacionalizado el petróleo pero que en la realidad poco había logrado, pues “la ignorancia de nuestros recursos ha resultado siempre desastrosa”, como señaló el ingeniero Ángel Aguilar, investigador del DEEG.¹¹⁴ En relación con lo anterior, es posible afirmar que para el decenio de 1920 la nueva generación de ingenieros se consolidó en las elites del poder, tejió redes personales, empresariales y de grupo, pues varios geólogos destacados colaboraron en las empresas petroleras y mineras de capital extranjero, convirtiéndose en “tecnócratas”.

¹¹⁴ AHIG, caja 535, f. 40, en proceso de catalogación. La expresión citada fue escrita en 1919 por el ingeniero Aguilar en su informe sobre las probabilidades de encontrar petróleo en la península de Baja California.

Ahora bien, con el paso del DEEG a la Universidad Nacional su presupuesto se vio reducido en forma considerable, por lo que fue imposible que siguiera desempeñando íntegramente las labores para las cuales fue creado: el practicar y dirigir el estudio geológico del territorio mexicano, dándolo a conocer bajo los puntos de vista científico e industrial. Esta disminución iba aparejada a la nueva orientación del servicio geológico universitario: la investigación en ciencia básica como fundamento para la resolución de los problemas técnicos del país, aunque, en sus primeros años se continuaron estudiando aspectos de geología económica. No obstante, el Instituto perdió su papel de principal explorador estatal, por ejemplo en lo que se refiere a los mantos acuíferos, pues con la creación de la Comisión Nacional de Irrigación en 1925 la actividad fue centralizada por ésta oficina, de manera análoga sucedió respecto a los yacimientos petrolíferos dado que Petróleos de México (Petromex) se dibujaba en el horizonte y para 1933 existía de manera oficial.



Imagen 4.4 Pozo artesiano perforado en México por los empleados del DEEG en la década de 1920. Fuente: AHUNAM, Instituto de Geología, caja 180, exp. 3194, f. 5.

TERCERA PARTE

El Instituto Geológico de México y su paso a la Universidad Nacional.
Hacia la investigación de las Ciencias de la Tierra

V · La transición del Instituto Geológico
a la Universidad Nacional de México,
Autónoma (1929)

En el tránsito de finales del siglo XIX y las primeras décadas del siglo XX, las instituciones de investigación, observatorios, centros educativos e institutos científicos funcionaron bajo la protección de las Secretarías de Instrucción Pública, de Fomento, después Agricultura y Fomento, y de la de Industria, Comercio y Trabajo. De manera particular, durante la gestión de Venustiano Carranza varios de los espacios científicos y técnicos vivieron transformaciones en su administración y en sus funciones.¹

En 1917 se pretendió separar el Instituto Geológico de la Secretaría de Industria, “creyendo que se trataba de un plantel educativo”, aunque no se logró por tratarse de un “departamento de gran utilidad a la Secretaría de Industria, [cuyo] funcionamiento y trabajo lo [realizaba] conjuntamente con el Departamento de Petróleo y Minas de esta Secretaría”, estando todos sus trabajos “relacionados íntimamente entre sí”.²

Distinto fue el escenario en 1929, cuando la Universidad Nacional obtuvo su autonomía y con ella, la potestad de dependencias otrora federales, tales el Observatorio Nacional, la Biblioteca Nacional y los departamentos de Estudios Biológicos y de Exploraciones y Estudios Geológicos que pasaron como Instituto de Biología y como Instituto de Geología, respectivamente. En este marco, el Instituto Geológico fue transferido el 16 de noviembre de 1929, luego de un ciclo de treinta y ocho años en el que había estado sujeto a la Secretaría de Fomento, Colonización e Industria y a partir de 1917, a la Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo.

El objetivo de este capítulo es explicar el tránsito de un organismo federal, el servicio geológico mexicano, a un centro universitario dependiente de la Universidad Nacional Autónoma de México. Asimismo se buscan dilucidar las razones políticas que tuvo el Estado para decidir su traslado a la entidad educativa, pese a la exigua documentación al respecto y sobre todo la ausencia de testimonios escritos, ante lo cual planteamos, ¿cuál fue la posición que asumió la corporación de ingenieros ante la posibilidad de ver transferido el Instituto Geológico a la “débil” y “pequeña” Universidad?, y en este sentido, ¿cuáles fueron los argumentos del gobierno para segregar de la administración pública al Instituto Geológico? En las siguientes líneas se procura aventurar una posible respuesta.

¹ Cf. Cuevas, *Investigación*, 2006, pp. 189-218; Cuevas *et al.*, “Cambios”, 2009, pp. 973-1004.

² AGN, Presidentes, Emilio Portes Gil, caja 73, exp. 4/613, 9271, s/f.

1. VICISITUDES DEL INSTITUTO GEOLÓGICO EN 1929

El devenir institucional del Instituto Geológico nos muestra que fue en 1910, en el marco de la fundación de la Universidad Nacional y de la Escuela de Altos Estudios, cuando a petición del licenciado Justo Sierra por vez primera se planteó su separación de las arcas gubernamentales. El funcionario pretendía que Altos Estudios fuera un plantel dedicado a “perfeccionar la instrucción obtenida por los jóvenes en las escuelas profesionales, llevar a cabo investigación científica y preparar profesores para la secundaria, la preparatoria y las otras escuelas profesionales y universitarias”,³ y por ello debía quedar integrado con los Institutos Médico Nacional, Patológico y Bacteriológico, los Museos de Historia Natural y de Arqueología, Historia y Etnología y la Inspección General de Monumentos Arqueológicos, y de paso, aunque sin lograrlo, con los Observatorios Astronómico y Meteorológico, la Comisión Geográfico-Exploradora y el Instituto Geológico, éstos dependientes de la Secretaría de Fomento, para entonces una de las entidades gubernamentales más poderosas e influyentes de la administración pública que no cedió a los anhelos de Sierra.⁴

De nueva cuenta, en 1917 se originaron nuevos cambios en las dependencias de gobierno y en la Universidad, pasando algunas al mando de la recién creada Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo como fue el caso del Instituto Geológico que quedó asignado al Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos.

Ahora bien, en 1929, luego de seis años en la dirección del Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos y del Instituto Geológico, el ingeniero Juan de Dios Villarelo fue depuesto en el mes de enero y se nombró en su lugar al ingeniero Leopoldo Salazar Salinas, quien sería el último director del Instituto Geológico de México y jefe del DEEG. Éste personaje, al presentar el programa de actividades en febrero de 1929 a la Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo, manifestó que en dicho año existía “una situación crítica en la industria de México”, por ello indicó solamente las comisiones de exploración que se llevarían a efecto durante el primer semestre -y no durante todo el año como se estilaba-, toda vez que “resulta un poco aventurado el prever lo que las necesidades vayan determinando en el curso de todo el año”. Tal parece que con estas palabras pronosticaba el nuevo destino del Instituto Geológico y del DEEG.⁵

³ Garcíadiego, *Rudos*, 2000, p. 122.

⁴ *Ibidem*, p. 128.

⁵ AHIG, caja 30, f. 14, en proceso de catalogación.

En efecto, la década de los veinte fueron años de búsqueda de un proyecto educativo de cuño revolucionario, en el que le resultaba complicado a la Universidad “encontrar un lugar y convencer a los nuevos gobiernos de la importancia de sus funciones”. El proyecto de este gobierno descansaba en la consolidación de grupos de poder en un Estado fuerte, la legitimación del nuevo gobierno con base en los principios constitucionales de 1917, la laicidad en la educación y la industrialización de país.⁶

De manera particular, durante el mes de junio de 1929 se produjeron cambios sustanciales en diversas instancias de gobierno, debido a que algunas de las funciones que habían venido desempeñando y que se realizaban en institutos o escuelas habían pasado a la Universidad. El rector Ignacio García Téllez argumentó que la nueva Universidad debía integrarse no solamente por escuelas y facultades de enseñanza, sino también por los observatorios e institutos de investigación, varios de los cuales seguían bajo la jurisdicción de algunas secretarías de Estado.⁷

Por otro lado, hubo sectores que no estuvieron de acuerdo con la decisión de que los institutos de investigación, departamentos y otras instancias científicas pasaran a las filas universitarias. En este marco, el principal interlocutor de la corporación de ingenieros y hombres de ciencia fue el ingeniero Pastor Rouaix, quien en calidad de senador planteó un proyecto para que fuera “tomado en cuenta al procederse a la organización definitiva de la Universidad Nacional”, ante las Cámaras del Congreso de la Unión reunidas el 6 de junio de 1929 para la aprobación del decreto de autonomía de la Universidad Nacional que el Ejecutivo presentó como solución al conflicto universitario.⁸

El proyecto de Rouaix consistió en la creación del ‘Instituto Científico Nacional’, que estaría dedicado al estudio y exploración del territorio patrio desde el punto de vista de las “investigaciones teóricas y prácticas biológicas, geográficas, geológicas, geofísicas, astronómicas, históricas, arqueológicas, estadísticas e industriales” y por ello debía quedar integrado por la Dirección de Estudios Biológicos, el Observatorio Astronómico, el Instituto Geológico y el Museo Nacional de Arqueología e Historia, además de la Dirección de Estudios Geográficos y Climatológicos, el Museo de Arqueología, así como la incorporación de las principales sociedades científicas al Instituto.⁹

Para su cabal funcionamiento, dicho Instituto estaría bajo el control del ejecutivo y sería independiente de la Universidad, con el “fin de encauzar y armonizar la labor de todas ellas que tienen el mismo fin, de estudiar y explorar el territorio nacional”. El argumento estribaba en que dados los fines netamente pedagógicos de la Universidad, los establecimientos antes enunciados nada tenían que hacer

⁶ Marsiske, “Universidad”, 2012, pp. 196-198.

⁷ Contreras “Autonomía”, 2012, pp. 339-341.

⁸ AGN, Presidentes, Emilio Portes Gil, caja 73, exp. 4/613, 9271, s/f; “Noticias”, *Boletín de la Asociación*, 1929, p. 5.

⁹ AGN, Presidentes, Emilio Portes Gil, caja 73, exp. 4/613, 9271, s/f.

en ella, aunado a que las “Direcciones objeto de la iniciativa no llevan en realidad y en general por finalidad la investigación sino [la] de satisfacer un servicio público”.¹⁰

Pese al peso político que tenía el ingeniero Pastor Ruaix en el gobierno, pues había sido Secretario de Agricultura y Fomento en el gobierno de Carranza, gestor de la Comisión Técnica del Petróleo y participe en la redacción del artículo 27 constitucional, su “sugestión” como él le llamó al proyecto, fue turnada por el presidente interino Emilio Portes Gil a la decana corporación científica de la República Mexicana: la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, para que ésta emitiera un dictamen.¹¹

La comisión evaluadora del proyecto del ingeniero Rouaix quedó integrada por el ingeniero geógrafo Valentín Gama, el ingeniero Luis Híjar y Haro y el doctor Luis Troconis Alcalá, designada por Enrique C. Creel y Rafael Aguilar y Santillán, presidente y secretario de la sociedad, respectivamente. El dictamen fue básicamente un respaldo formal al proyecto de Rouaix, aunque con la indicación de que el Observatorio Astronómico sí debía transferirse a la Universidad;¹² ello sugiere que Gama abogó porque este establecimiento dependiera de la Universidad, ya que había sido su director en 1913 y tres años antes este plantel le había otorgado el grado de *Doctor ex officio*.

Otra de las sugerencias de la comisión dictaminadora fue que la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística fungiera como el Consejo Consultivo que debía regir al proyectado Instituto, esto significaba que la corporación de esa manera vería asegurada su permanencia en la escena intelectual y su participación en las investigaciones de estudio y exploración nacional. Lo anterior, también refleja la defensa de intereses dentro del grupo de ingenieros y hombres de ciencia.

El proyecto del ingeniero Rouaix de crear un Instituto Científico Nacional iba de la mano de las actividades de la Asociación Geofísica de México, creada el 1 de noviembre de 1928, y la cual tenía por objeto “cultivar el estudio de la ciencia geofísica y sus aplicaciones a las industrias minera y del petróleo.”¹³ Fundada por iniciativa de los ingenieros Trinidad Paredes, profesor de explotación del petróleo en la Escuela de Ingeniería y jefe del Departamento de Petróleo de la Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo, del ingeniero Ricardo Monges López, consejero honorario en Ciencias de la dirección de la Escuela de Ingeniería¹⁴ y el ingeniero de minas de origen ruso Juan Korzujin, profesor de geología

¹⁰ *Idem.*

¹¹ *Idem.*

¹² *Idem.*

¹³ *Estatutos*, 1929, p. 1. La Asociación Geofísica de México se constituyó por las mismas personas del Centro Geofísico, con objeto de propagar los conocimientos de la ciencia geofísica y sus aplicaciones en la República Mexicana. En asamblea general de los socios del Centro Geofísico y de la Asociación de Geofísica en México celebrada el 17 de abril de 1929, se resolvió fusionar las dos organizaciones en una sola entidad, denominada Asociación Geofísica de México.

¹⁴ *Idem.*, “Ricardo”, 1983, pp. 42-45.

especial para petroleros.¹⁵ Los profesores además habían sido los autores intelectuales de las carreras de ingeniero geólogo e ingeniero petrolero, fundadas en 1927 en la Escuela de Ingeniería.

Desde su creación, la Asociación Geofísica de México contó con 90 socios, entre los que sobresalían el presidente de la República, secretarios de Estado, funcionarios de gobierno y autoridades universitarias, lo mismo que alumnos y profesores de la Escuela de Ingenieros y de Ciencias Químicas, empresarios mineros y petroleros. La corporación contó desde julio de 1929 con su propio órgano de expresión, que llevó por nombre *Boletín de la Asociación Geofísica de México*, cuyas secciones fueron bibliografía, noticias varias y artículos científicos.

Tomando en consideración que los gestores de esta asociación eran cercanos a Rouiax, se infiere que este grupo de ingenieros cabildeó para tener su propio instituto de investigación en el que los saberes geológicos y sobre todo geofísicos tuvieran cabida, pues establecimientos como el Instituto Geológico dentro del DEEG orientaba sus recursos a generar ciencia aplicada y dada su situación de incertidumbre se pensó que la solución era integrarlo al Instituto Científico Nacional para evitar su traslado a la Universidad.

No obstante sucedió lo contrario, pues el Instituto Geológico pasó a las filas universitarias prácticamente con las mismas funciones que venía desempeñando desde 1917: la generación de conocimientos pragmáticos, de ahí que la geofísica ocupara un lugar importante en el nuevo Instituto de Geología, toda vez que:

hasta hace muy pocos años no existía otro medio para descubrir una mina que en encuentro casual de sus afloraciones, pues la Geología, a pesar de todo el progreso alcanzado durante los últimos 50 años, no puede prever la existencia de un mineral si la veta no llega a la superficie. Algo semejante había sucedido con el petróleo, pero debido a que éste por su estado líquido sigue leyes físicas uniformes en su acumulación, los geólogos pueden decir algo más que en las minas, pues localizando una estructura favorable para la acumulación del petróleo, en una región petrolera, se puede encontrar un yacimiento. Afortunadamente, desde hace varios años el físico vino en ayuda del geólogo y construyó aparatos muy sensibles para medir desde la superficie de la tierra las manifestaciones físicas de los cuerpos ocultos en el subsuelo. Este nuevo procedimiento de investigación del subsuelo es lo que se denomina exploración geofísica, o sea la parte de la geografía aplicada a la minería y al petróleo.¹⁶

¹⁵ AHPM, 1928, II, 411, exp. 4, s/f. Los alumnos de la cátedra de geología especial para petroleros hacían sus prácticas en el Centro Geofísico.

¹⁶ Monges López, "Geofísica", 1929, p. 32.

2. LA LEY ORGÁNICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE MÉXICO, AUTÓNOMA

En el mes de mayo de 1929 un movimiento estudiantil de protesta contra ciertas disposiciones escolares que se extendió por todas las facultades y escuelas universitarias favoreció a realizar la autonomía de la Universidad mediante la expedición de la Ley Orgánica del 22 de julio de 1929 por el presidente Emilio Portes Gil, con previa autorización del Congreso.

Cabe señalar que tanto el Comité de Huelga de la Universidad como el propio rector Ignacio García Téllez solicitaron y lograron que algunas dependencias -con excepción de la Dirección de Estudios Geográficos y Climatológicos- pasaran a la Universidad, situación ratificada por el decreto presidencial que expidió la Ley Orgánica de la Universidad Nacional de México, Autónoma, la cual dentro de los artículos transitorios fijó que el Instituto de Geología quedaría formado por el Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos de la Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo.¹⁷

Por otro lado hubo presión para que no se fusionara la Escuela Nacional de Agricultura con la Escuela de Medicina Veterinaria. Lo mismo sucedió respecto a la Biblioteca Nacional, pues hubo actores de la Universidad que seguían “intrigando para que no pase a la Universidad y ha dicho a algunos muchachos [del Comité de Huelga] que si aceptan que quede así la Biblioteca Nacional les dará a cambio la Escuela de Educación Física”.¹⁸

En la “Exposición de motivos de la Ley Orgánica de la Universidad Nacional de México, Autónoma”, documento fechado el 6 de junio de 1929 y escrito por el rector Ignacio García Téllez quedó estipulado en el capítulo segundo de la Constitución de la Universidad que para realizar sus fines de investigación:

La Universidad no puede conformarse con los elementos que posee en sus aulas; necesita que los institutos científicos estén bajo su dependencia para realizar en ellos investigaciones y principalmente asuntos y problemas mexicanos que, como se ha dicho, constituye una de sus finalidades principales. Por esta razón, las instituciones que antes pertenecían a las Secretarías de Educación Pública, de Agricultura y Fomento y de Industria, Comercio y Trabajo, y ahora forman parte de la Universidad, podrán desarrollar la función administrativa y técnica que les encomiende el Gobierno Federal [...] además, la labor de investigación que, preciso es confesarlo, no ha sido hoy debidamente atendida ni en la Universidad ni en los Institutos.¹⁹

¹⁷ “Ley Orgánica”, *Diario Oficial*, 1929, pp. 1-7.

¹⁸ AGN, Presidentes, Emilio Portes Gil, caja 73, exp. 4/613, 9271, s/f.

¹⁹ *Idem*.

Dada la exigua actividad académica del Instituto Geológico, la entrada a la Universidad fuera vista como una medida para resarcir esa falta, pues el rector Ignacio García Téllez expresó que entre los problemas más importantes que enfrentaba la Universidad en 1929 estaban la necesidad de que los planes de estudio fueran más prácticos y de aplicación inmediata para “contrarrestar la cultura enciclopédica, desvinculada de los problemas nacionales”, a través de la formación de profesionistas útiles y la integración de los “hombres de ciencia que aplican la técnica más avanzada” y por ello debían constituirse o reforzarse con:

los institutos de investigación y experimentación, la difusión de los laboratorios, clínicas, etc., con el objeto de preparar individuos que permitan a sus gobiernos explotar su medio, aprovechar los recursos naturales que son su principal fuente de riqueza del capitalismo extranjero, [y remataba] que nosotros los mexicanos hemos dejado todo en manos de los extranjeros, no tenemos el control ni de la industria...²⁰

Estos argumentos quedaron plasmados en el capítulo 1º de la Ley Orgánica de la Universidad de 1929, referente a los fines del establecimiento de “impartir la educación superior general, técnica y artística, y organizar tanto la investigación científica como la de las condiciones y problemas nacionales [...] y llevar por medio de la extensión universitaria, a quienes no teniendo una situación económica privilegiada se ven imposibilitados de ir a las escuelas”.²¹

De la legislación universitaria expedida en 1929 destacan, para el tema que nos ocupa el artículo primero del capítulo 1, referente al propósito de los gobiernos revolucionarios de crear instituciones democráticas y funcionales. Dentro de este artículo también se expresaron las facultades, escuelas e institutos que quedaban en su jurisdicción, siendo las siguientes:

la Escuela Normal Superior tendrá anexa la Escuela Primaria de Experimentación Pedagógica “Galación Gómez”; la Facultad de Agronomía quedará constituida por la actual Escuela Nacional de Agricultura, dependiente de la Secretaría de Agricultura y Fomento; la Facultad de Comercio y Administración estará formada por la parte de la actual Escuela Superior de Comercio y Administración, dependientes de la Secretaría de Educación Pública, que se refiere a las carreras de Contador de Comercio y Contador Público y Auditor y por la Escuela Superior de Administración Pública; la Facultad de Química y Farmacia y Escuela Práctica de Industrias Químicas, se denominará Facultad de Ciencias e Industrias Químicas; la Escuela de Bellas Artes se separará la anexa Galería de Pinturas y Esculturas, que permanecerá en calidad de Museo de Arte, bajo la dependencia de la Secretaría de Educación Pública.²²

Pasaron igualmente a depender del Departamento de Bellas Artes de la Secretaría de Educación Pública, la Escuela de Escultura y Talla Directa y la Escuela de Música, Teatro y Danza, las Escuelas de

²⁰ *Idem.*

²¹ *Idem.*

²² “Ley Orgánica”, *Sombra*, 1929, p. 397.

Pintura al Aire Libre, así como también las Populares de Pintura. El Instituto de Biología, que quedará formado por la actual Dirección de Estudios Biológicos, dependiente de la Secretaría de Agricultura y Fomento, excepción hecha de la parte relativa al Parque Zoológico y al Jardín Botánico; el Instituto de Geología quedará formado por el actual Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos, dependiente de la Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo y la Escuela de Verano dependerá del Departamento de Intercambio Universitario.²³

En el artículo 4 se refirió a capacitar a la Universidad Nacional de México para la impartición de la educación superior, contribuir al progreso de México y al estudio de los problemas. Que aunque autónoma, la Universidad seguiría siendo una Universidad Nacional y por lo tanto, una institución de Estado, como rezó el artículo 8. Para cumplir los propósitos de elaboración científica, la Universidad Nacional debía ser dotada de aquellas oficinas o instituciones que dentro del gobierno pudieran tener funciones de investigación científica, mismas con las que contaría la administración pública para los servicios de investigación que pudiera necesitar, como quedó estipulado en el artículo 9. Asimismo, recibiría un subsidio del gobierno federal para seguir desarrollando sus actividades, como fijó el artículo 13.²⁴

De esa manera, en el capítulo II, artículo 4 quedó integrada la Universidad por las siguientes dependencias:²⁵

A. Facultades:

Facultad de Filosofía y Letras
Facultad de Derecho y Ciencias Sociales
Facultad de Medicina
Facultad de Ingeniería
Facultad de Odontología
Facultad de Agronomía
Facultad de Ciencias e Industrias Químicas
Facultad de Comercio y Administración

B. Escuelas:

Escuela Preparatoria
Escuela de Bellas Artes, en la cual quedan comprendidas las escuelas de Pintura y de Escultura y la Facultad de Arquitectura
Escuela Normal Superior
Escuela de Educación Física
Escuela Nacional de Medicina Veterinaria

C. Institutos de Investigación y otras instituciones:

Biblioteca Nacional
Instituto de Biología

²³ *Idem.*

²⁴ *Anuario*, 1931, pp. 11-13; “Palabras”, *Revista Universidad*, nov. 1930/abril 1931, pp. 3-6; cf. Enciso de la Vega, “Breve”, 1979, pp. 18-21.

²⁵ *Anuario*, 1931, pp. 14-15.

Después de expedida la Ley Orgánica, el 16 de noviembre de 1929 el Instituto Geológico, adscrito al Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos pasó a ser dependencia universitaria, tomando su actual nombre de Instituto de Geología. Al momento de su incorporación contaba con un edificio propio, construido *ex profeso* para su servicio en 1906, con otros edificios destinados a la Estación Sismológica de Tacubaya y varias estaciones de la Red Sismológica Nacional. De esa manera, sus colecciones científicas, museos, aparatos, biblioteca especializada y mobiliario transitaron a la Universidad.²⁶ En este sentido, al levantarse el acta de entrega por parte del interventor de la Federación y el representante de la Universidad hicieron constar que:

en vista del sinnúmero de colecciones existentes en el museo, etc., se procedió a recibir dicho Instituto, a reserva de confrontar posteriormente todas las existencias del mobiliario y equipo de dicha dependencia con los inventarios respectivos que se tenían formados; a este efecto fueron mostradas las dependencias y que se recorrieron por todos los presentes, encontrándose en perfecto orden y en muy buen estado todas las existencias, lo cual demuestra el celo del personal que ha tenido el Instituto a su cargo.²⁷

Durante el rectorado de Ignacio García Téllez, entre el 4 de septiembre de 1929 y septiembre de 1932, el principio que rigió su administración fue el de la “Universidad como institución de servicio”. Además de que argumentó en una carta dirigida al presidente Emilio Portes Gil que, “el gobierno no podía prescindir de los intelectuales y los científicos, que no debía hacer a un lado los institutos, los centros de investigación y de experimentación, pues era necesario saber cómo aprovechar los recursos naturales, cómo transformarlos, mejorar la maquinaria y la técnica industrial en todos sus órdenes”.²⁸ En esta carta se advertía en García Téllez el interés por conseguir de la Universidad un acercamiento a sectores sociales con menos recursos, ocupándose en las tareas de extensión universitaria, en las labores de investigación, en la enseñanza técnica e industrial.²⁹ De esa manera, pese a los argumentos del ingeniero Rouaix, el Instituto Geológico pasó a la Universidad Nacional.

²⁶ Cf. Santillán, *Instituto*, 1940, 25 p.

²⁷ AHIG, caja 235, f. 86, en proceso de catalogación.

²⁸ *Carta de Ignacio García Téllez, oficial mayor de la Secretaría de Gobernación a Emilio Portes Gil, presidente de la República, 12 de agosto de 1929*, AGN, Fondo Presidentes, EPG, caja 73, exp. 4/613; Contreras “Autonomía”, 2012, pp. 341-342, 347.

²⁹ Contreras “Autonomía”, 2012, p. 349.

3. FUNCIONES

En 1929 la Universidad vivía una precaria situación, pero ello no obstó para que las funciones del Instituto de Geología de la Universidad Nacional se orientaran sobre todo a la geología económica, que incluyó “la exploración encaminada a descubrir los criaderos minerales nuevos” pues “la crisis que pesa sobre la industria minera nacional asume proporciones alarmantes”, debido principalmente a que no se habían encontrado nuevos criaderos explotables.³⁰ La situación del servicio geológico universitario mexicano era bastante limitada, comparada por ejemplo con los siete institutos geológicos rusos destinados a desarrollar por cuenta separada pero sujetos a una organización coordinada, la exploración de los recursos. O, por ejemplo, la suma destinada para los estudios geológicos en Estados Unidos que superaba al presupuesto total de la Universidad Nacional Autónoma.³¹

Fue así que el primer año del antiguo Instituto Geológico de México dentro la Universidad Nacional significó “un año de prueba para la Institución, pues aunque la Universidad, al recibirla en su seno, la distinguió con sus consideraciones y aun con su aplauso, se vio precisada, sin embargo, a reducir los elementos de trabajo, aunque sólo en forma transitoria”.³²

Por estas fechas hubo críticas anónimas que reaccionaron ante los cambios acontecidos dentro del Instituto de Geología, que señalaron que funcionaba como una “unidad aislada y hasta cierto punto autónoma de la Universidad”, pues se dedicó a realizar trabajos para las secretarías de Estado o centros de gobierno, aunque también se realizaban análisis gratuitos de aguas, minerales, tierras, entre otros, a dependencias oficiales.³³ Sin embargo, en su interior se decía que había una “completa desorganización en la rama administrativa” motivada por la existencia entre el personal de “elementos altamente nocivos” a la buena marcha de la institución. Había una falta de entusiasmo por el trabajo, poca exigencia en su cumplimiento y mucha “política baja” en el seno de grupo antagónicos. Incluso la conducta de algunos empleados “rayaba en la absoluta rebeldía y [era] poco cortés hacia el superior”.³⁴

En el ramo técnico la situación tampoco era halagüeña, pues no se atendían debidamente los compromisos a cumplir. Por citar un ejemplo, la Carta Geológica de la República, -la primera versión databa de 1889-, estaba “casi toda equivocada”, pues solo una mínima parte de su extensión fue

³⁰ AHIG, caja 30, f. 51, en proceso de catalogación.

³¹ *Ibidem*, f. 108.

³² Salazar Salinas, *Año*, 1930, p. 1.

³³ AHPM, 1933, XIII, 509, doc. 19, s/f.

³⁴ *Idem*.

explorada debidamente y todo el resto se “había formado desde el escritorio, a juicio de la persona que se encargó de construirla”.³⁵

En cuanto a la estación sismológica de Tacubaya, las opiniones referían que esta dependencia no había realizado trabajos serios de investigación, pues su labor era meramente mecánica, “conformándose [los empleados] con mantener funcionando los instrumentos y las informaciones que ha dado al verificarse terremotos de cierta intensidad.”³⁶

Lo anterior no impidió la continuación del estudio de la Cuenca de México, habiendo terminado en 1930 el de la extremidad meridional de la Sierra Nevada, el de las sierras de Ajusco, las Cruces, Monte Alto y Tepetzotlán. Se amplió el estudio hidrográfico del río de Cuautitlán y se consideró un trabajo relativo a la hidrogeología en la cuenca del río de Amecameca. Se terminó el mapa geológico de la Baja California y la memoria correspondiente.³⁷

Las funciones principales del personal del Instituto fueron conceder particular atención a resolver las consultas del público y de las oficinas gubernamentales, otorgándoles todas las facilidades necesarias para el efecto, pudiéndose solicitar de manera verbal, por escrito o por teléfono. De acuerdo con el informe oficial de 1930, entre las consultas resueltas destacaron la relativa al establecimiento de un parque agrícola en el lago de Texcoco, otra sobre la geología del estado de Tlaxcala y de las regiones de Juchipila y Tlaltenango, en Zacatecas, la producción y reservas de minerales auríferos en México, sometidas por el XV Congreso Geológico Internacional, así como aquellas para localizar pozos de agua para la irrigación, para dotar de agua potable o proveer de agua a las poblaciones. O bien, sobre la aceleración máxima de los terremotos sentidos en el Distrito Federal, clasificación y usos industriales de muestras de cuarzo y obsidiana, informes sobre localidades de arenas, informes sobre geología petrolera, sobre perforaciones artesianas, sobre minerales descubiertos en México y un largo etcétera.³⁸

Pero sin duda, una de las labores más importantes que realizó el Instituto de Geología durante los últimos meses de 1929 y los primeros de 1930 fue la organización del Museo de Paleontología para consulta del personal técnico del Instituto y para el público en general, llegándose a estudiar la manera más económica de formar el Museo de Geología Industrial.³⁹ Se buscó continuar la difusión de los quehaceres científicos del establecimiento mediante la formación de varias colecciones de minerales, rocas y fósiles para remitirlas a diversas instituciones, entre ellas la Escuela de Ingenieros de la República

³⁵ *Idem.*

³⁶ *Idem.*

³⁷ “Informe”, *Revista Universidad*, t. n. 21-22, 1932, pp. 245-246.

³⁸ Salazar Salinas, *Año*, 1930, pp. 11-14.

³⁹ “Informe”, *Revista Universidad*, n. 19, 1932, p. 4.

de Guatemala, la de Ingenieros Mecánicos y Electricistas, la Central de México, el Colegio Francés y el Instituto Franco-Inglés de la Ciudad de México, así como para la Exposición de Lieja en Bélgica, por citar algunas.⁴⁰ Igualmente se emprendió un estudio acerca del levantamiento de las costas mexicanas, que buscó marcar la norma para el desazolve de los puertos.

En cuanto a la participación de los investigadores del Instituto de Geología a foros académicos, el ingeniero Salazar Salinas fue comisionado para concurrir como delegado de la Universidad Nacional al III Congreso Internacional de Mecánica Aplicada y al Congreso Internacional de Sismología, celebrados en Estocolmo en agosto de 1930.⁴¹ Igualmente se participó en el Congreso Forestal Nacional y en el Primer Congreso de Planeación, en el cual el director Salazar Salinas presentó el estudio que llevó por título “La naturaleza geológica de una región como base indispensable de todo proyecto de planeación”, que fue publicado como *Folleto de Divulgación*, y en el que propuso, entre otros aspectos, la organización para la localización de la Ciudad Universitaria a partir del estudio geológico de la localidad.⁴²

Mención aparte merece el trabajo presentado también por el ingeniero Salazar ante la Convención Nacional de Ingenieros reunida en Morelia del 1 al 10 de noviembre de 1931, en el que asistió como Delegado de la Universidad Nacional y espacio en el que presentó el trabajo: “Estudios geológicos en el estado de Michoacán de Ocampo”, pues “entre nuestros Estados, [Michoacán] descuella, sin duda, por la importancia geológica de sus formaciones, por la riqueza y variedad de sus yacimientos minerales...”.⁴³

Se publicó en la *Revista de Universidad de México* el “Estudio Geológico sobre el mineral de Pachuca” por el ingeniero Manuel Santillán, jefe de la Sección de geología de criaderos minerales metálicos, estudio destinado a formar parte de la *Memoria general de la Cuenca de México*, coordinada por el ingeniero Salazar. La relevancia del trabajo de Santillán estribaba en que “tratándose de un centro minero tan antiguo, en el que la intensidad de la explotación de que ha sido objeto hace que cada día se aproxime más y más el agotamiento de los criaderos, las conclusiones [del artículo], quizá den luces acerca de lo que convenga hacer, basado en el conocimiento científico, para prolongar la vida de una región tan importante del país y cuyo influjo es tan notorio sobre la economía de una región”, señaló el director.⁴⁴

Dentro de sus laboratorios se practicaron análisis solicitados por agricultores, mineros, industriales, químicos, entre otros, como medio para resolver problemas técnicos de la agricultura e industria en

⁴⁰ “Informe”, *Revista Universidad*, n. 21-22, 1932, pp. 245-246.

⁴¹ “Notas”, *Revista Universidad*, n. 1, 1930-1931, p. 70.

⁴² Cf. Salazar Salinas, “Naturaleza”, 1930, 18 p.

⁴³ El propio Salazar Salinas, entre los años de 1913 y 1923 realizó extensos estudios de la geología y la tectónica del mineral de Tlalpujahua y regiones circunvecinas, primero en calidad de geólogo en jefe de la Compañía Minera “Las Dos Estrellas”, y después, como geólogo consultor de la misma Compañía.

⁴⁴ Santillán, “Estudio”, 1931, p. 483.

general. De esa manera se continuó ofreciendo al público a tarifas económicas, trabajos de precisión, análisis, ensayos, estudios de petróleo y radioactividad, pues el Instituto debía prestar un “servicio al público”.⁴⁵

4. SECCIONES Y PERSONAL

Fueron once secciones u oficinas en las que distribuyó el trabajo ejecutado por el personal del Instituto de Geología, como se expresa en los siguiente párrafos:

Sección de geología general: oficina dedicada a la exploración geológica general con formación de cartas y planos geológicos que sirven de base para los estudios de detalle futuros.

Sección de geología aplicada a criaderos metálicos: estudio de los distritos mineros en explotación o abandonados, analizando la expectativa de los primeros o probabilidades de poder ser trabajados los segundos; exploración de nuevos campos para determinar las posibilidades de explotación, atendiendo a su situación, vías de comunicación, leyes de los minerales, clase de mineralización, mercado, y sugerencia de condiciones de explotación.

Sección de geología aplicada a criaderos no metálicos: orientada a la utilización de minerales no metálicos, cuya importancia era notable debido a la demanda de la industria mundial.

Sección de geología aplicada a los yacimientos de petróleo: práctica de reconocimientos para limitar zonas favorables, determinar estructuras, hacer trabajos de paleontología y estratigrafía y estudiar las manifestaciones superficiales relacionadas con las acumulaciones de petróleo.

Sección de hidrogeología: desarrollaba trabajos de hidrología subterránea para dotar a pueblos del agua potable necesaria y para irrigar tierras de labranza.

Sección de petrología y museos: debía colaborar con las Secciones de Geología mediante el estudio y clasificación de los materiales colectados en el campo, hacía trabajos de geología ígnea, mineralización y síntesis de minerales, atendía y resolvía las consultas del público que visitaba los museos, cuyas colecciones debía mejorar constantemente, y la formación de colecciones de minerales y rocas para exposiciones y escuelas.

Sección de topografía y dibujo: verificaba los levantamientos topográficos, compilaba los datos existentes para proporcionar las cartas que servían de base a los geólogos en sus trabajos de campo,

⁴⁵ “Instituto”, *Revista Universidad*, nov. 1930/abril 1931, p. 85.

formaba los planos, mapas y perfiles, de acuerdo con los datos proporcionados por los geólogos, y ejecutaba todos los trabajos de dibujo.

Sección de sismología: en esta oficina se estudiaban los movimientos sísmicos, se localizaban las zonas sísmicas, analizaba su intensidad y las causas probables que producían los temblores y formaba la estadística de los registrados. Contó esta sección con estaciones sismológicas en Chihuahua, Guadalajara, Manzanillo, Mazatlán, Mérida, Oaxaca, Puebla y Veracruz, además de la estación central establecida en Tacubaya, D.F.

Laboratorio de química mineral y de química del petróleo: colaboraban con las secciones antes mencionadas en la parte analítica, investigaban nuevos métodos analíticos, determinaban las constantes de los petróleos y sus derivados y fijaban las especificaciones de los productos mexicanos.

Sección de administración y contabilidad: en esta oficina se atendían los asuntos de orden administrativo interno, la distribución de publicaciones al público que las solicitaba y agilizaba los trámites a las consultas enviadas por dependencias federales, por industriales o por particulares; se encargaba de dotar a la Biblioteca de obras de consulta y estudio.

Taller de fotografía: en esta oficina se ejecutaban los trabajos que necesitaban los geólogos para ilustrar sus publicaciones, hacía las reproducciones de planos y mapas, fotografías de campo, de ejemplares, etc.⁴⁶

Al número reducido del personal se sumaba la rebaja del sueldo de todos los investigadores, incluyendo el del director, a raíz de la incorporación a la Universidad Nacional. En opinión del ingeniero Salazar Salinas, “mientras la Universidad de México pretenda depender en exclusivo de la ayuda del Gobierno, no sólo se alejará en forma más o menos permanente de la verdadera autonomía, sino que perderá la brillante oportunidad de dar una enseñanza objetiva a la juventud estudiosa de México...”⁴⁷

El personal del Instituto dio a conocer sus estudios en los órganos de difusión del establecimiento, tales como *Folletos de Divulgación*, *Anales del Instituto de Geología*, *Boletín* y monografías especiales. Para 1930 por disposición del gobernador interino de Querétaro, Ángel M. Vázquez Mellado, se sumó al personal del Instituto de Geología el rango de “geólogo local” el cual dependería técnicamente del Instituto de Geología de la Universidad Nacional, pues su trabajo sería formulado por la dependencia universitaria. Dentro de las obligaciones estaba su incorporación a las comisiones que organizara el Instituto de

⁴⁶ *Anuario*, 1931, pp. 210-211.

⁴⁷ AHIG, caja 30, f. 107, en proceso de catalogación.

Geología cuando visitaran alguna porción queretana, además debía hacer la recolección de muestras de especímenes y rendir informes.⁴⁸

TABLA 5.1
PERSONAL DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA
DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE MÉXICO (1930)

Oficina	Cargo	Nombre
Dirección	Director	Leopoldo Salazar Salinas
Oficina de Geología general	Jefe	Teodoro Flores
	Geólogo	Raúl Lozano
Oficina de Geología petrolera	Jefe	Jorge Cumming
	Estratígrafo	Hisakichi Hisazumi
		Federico Müllerried
	Jefe	Manuel Santillán
Oficina de Geología minera	Geólogo-Minero	Jesús J. Falomir
	Jefe	Tomás Barrera
	Geólogo-Minero	Germán García Lozano
Criaderos minerales no metálicos	Jefe	Vicente Gálvez
		Luis Blásquez
Oficina de Hidrogeología	Hidrólogo	Luis Blásquez
		Apolinar Hernández
Oficina de Petrología y Museos	Jefe Petrólogo	Rodolfo Martínez Quintero
	Mineralogista	Daniel Castro Legorreta
	Ayudante	Jorge Reynoso
	Ayudante	Luis Butrón
	Laminador	Tomás Paredes
	Laminador	Joaquín Chávez
	Maestro cantero	Manuel Morales
Oficina de Topografía y Dibujo	Jefe	Eduardo Cisneros
	Dibujante	Fabián León
	Dibujante	Leonardo Manterola
	Dibujante	Juan J. Espinosa
	Dibujante	Francisco Vargas Guzmán
Fotografía	Fotógrafo	Ignacio Larios
Laboratorio de petróleo	Jefe	Salvador Soto Morales
	Químico	Ramón Domínguez
	Químico	Salvador Álvarez
	Químico	Miguel Aldana Uría
Laboratorio de química analítica	Jefe	Carlos Castro
	Químico	Rodolfo del Corral
	Químico	Ignacio Hierro
	Químico	Jesús Martínez Portillo
Biblioteca	Encargado	Enrique Mario González
Sección administrativa	Jefe	Carlos Loch
	Contador	Concepción Beltrán del Río
	Taquígrafo	Eva Araiza
	Mecanógrafos	Margarita Suárez
		Guadalupe J. Silva
		Archivista

Fuente: elaboración propia con base en AHIG, caja 480, fs. 4-5, en proceso de catalogación.

⁴⁸ “Ángel M. Vázquez”, *Sombra*, 1930, pp. 39-40.

5. EXPEDICIONES CIENTÍFICAS Y TRABAJOS DE COOPERACIÓN

En 1929 se llevaron a cabo algunas expediciones con miras a cooperar en la industrialización del país. El Instituto de Geología buscó organizar expediciones para investigar los yacimientos de lignita en Guerrero, Oaxaca y Sonora, para detener la tala de los bosques. Asimismo se estudiaron los yacimientos de azufre, las arcillas, las tierras diatomeas, la mica, abrasivos como el granate útiles para el pulimento de piezas de maquinaria y de vehículos, automóviles y de aviación, pizarras bituminosas como sustitutos del aceite mineral, pizarras comunes para la factura de pizarrines para las escuelas, feldespatos para la fabricación de porcelana, berilo, bauxita –óxido metálico del que se extrae el aluminio-, cemento y cal, caolines, yesos, fosfatos, nitratos, talco y piedras de construcción, minerales de fierro, aunque para su realización resultaba imprescindible el aumento del personal, que era bastante reducido.⁴⁹

Aunque, las críticas no se hicieron esperar, llegándose a afirmar que en el Instituto no había unidad de acción en los trabajos realizados, que cada investigador procedía de un modo aislado, sin orientar su trabajo según una escuela o sistema apropiado de trabajo y que había pocos trabajos de investigación y aquellos que se producían tardaban en publicarse “5, 6 y hasta 10 años, perdiendo por lo tanto su oportunidad”; incluso, algunos de sus trabajos se calificaron como “duplicados”, pues varios eran realizados en alguna otra secretaría de Estado. A esta serie de circunstancias se sumaba un problema mayúsculo: su bajo presupuesto para operar, lo que imposibilitaba realizar mayor número de expediciones al campo.⁵⁰

No obstante, las exploración efectuadas por el Instituto fueron al lago de Texcoco para hacer el muestreo de las tierras a cargo de Teodoro Flores, Eduardo Cisneros y Daniel Castro Legorreta. Al norte del estado de Tamaulipas, para completar el estudio geológico petrolero por Jorge L. Cumming, quien en comisión con Manuel Álvarez Jr. viajaron a las inmediaciones de Chimalhuacán para tomar muestras de gases y a Tláhuac con el mismo objeto y para medir la profundidad de un pozo.⁵¹

El ingeniero Cumming estudió la región del estado de Hidalgo, al sureste de Honey, para el estudio de un yacimiento de lignita, a la región Amatlán-Tepezintla, del estado de Veracruz para el estudio geológico petrolero y a la región fronteriza del norte en los estados de Nuevo León y Tamaulipas, para estudios geológico petrolero e investigación de yacimientos de sales de potasio y de caolín.⁵²

⁴⁹ AHIG, caja 30, fs. 100-104, en proceso de catalogación.

⁵⁰ AHPM, 1933, XIII, 509, doc. 19, s/f.

⁵¹ AHIG, caja 29, f. 87, en proceso de catalogación.

⁵² Salazar, *Año*, 1930, pp. 15-16.

Teodoro Flores fue comisionado para estudiar el volcán del Xitle y sus inmediaciones, para completar el perfil geológico de la Cuenca de México. El ingeniero Tomás Barrera, viajó a la parte norte del estado de Oaxaca y al sur del estado de Puebla, hasta Tehuacán, para proseguir el estudio de los recursos minerales.

Por su parte, el ingeniero Francisco Patiño viajó a las ciudades de Puebla y Oaxaca para inspeccionar las estaciones sismológicas, posteriormente visitó las estaciones de Guadalajara, Manzanillo, Mazatlán, Chihuahua, Veracruz y Mérida.⁵³ Asimismo, Salazar Salinas realizó dos expediciones a Jaso, Hidalgo, para el estudio de fenómenos tectónicos. Posteriormente visitó la región entre Zapotitlán y Miahuatlán, en Puebla, para el estudio de los recursos minerales, visitó la región entre San Lorenzo, Juchitepec, Ozumba, Amecameca y Tenango del Aire para el estudio hidrogeológico. Después estudió el río de Tlamanalco y las plantas de bombas de Xochimilco y Condesa en donde se hicieron varias visitas para realizar estudios relacionados con la provisión de agua de la Ciudad de México. En compañía de Carlos Castro viajaron a Tehuacán, Puebla, para tomar muestras de los distintos manantiales y hacer la determinación de radioactividad de las aguas.⁵⁴

El ingeniero Luis Blásquez viajó a San Juan Teotihuacán para recolectar muestras de rocas en una perforación, posteriormente realizó varias excursiones a la zona meridional de la Cuenca de México para el estudio de los manantiales, así como a la barranca de la Magdalena, para estudios de hidrología. El geólogo Federico Müllerried fue comisionado para estudiar las condiciones de actividad del volcán “El Chichón” en el estado de Chiapas. Mientras que los ingenieros Manuel Santillán y López Portillo fueron comisionados para el estudio de la región minera en el ex distrito de Jacala y la parte norte del ex distrito de Zimapán, en el estado de Hidalgo.⁵⁵

Como se aprecia en los párrafos anteriores, las comisiones de exploración se enfocaron de manera particular en la Cuenca del México, pues fue una región a la que el director del Instituto le dio especial atención durante su gestión. Respecto a los trabajos de cooperación, el Instituto promovió la vinculación de varias instituciones y oficinas públicas, logrando con ello que la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas contribuyera, a partir de enero de 1931, con quinientos pesos mensuales para los gastos que se erogaran por el estudio de las costas del Golfo. En este tenor, la Comisión Nacional de Caminos dio a

⁵³ *Idem*; AHIG, caja 29, f. 87, en proceso de catalogación.

⁵⁴ Salazar, *Año*, 1930, pp. 15-16.

⁵⁵ *Idem*.

conocer que también contribuiría con los gastos de campo que se emplearan para el estudio de varios problemas geológicos relacionados con la apertura de caminos.⁵⁶

Por su parte, el Instituto de Geología continuó trabajando de manera conjunta con la Dirección de Estudios Geográficos y Climatológicos de la Secretaría de Agricultura y Fomento y prestando ayuda en trabajos de zincografía.

6. DERROTOS EN LA INVESTIGACIÓN GEOLÓGICA UNIVERSITARIA

Como dependencia de la Universidad, se buscó que el Instituto ampliara su radio de acción hacia la investigación en ciencia básica, pues ya no solo trabajaría en los problemas relacionados con el desarrollo de las riquezas del territorio nacional; de esa manera contribuiría a realizar los ideales universitarios por la cultura de México. En el informe de 1930 rendido por el licenciado Ignacio García Téllez, rector de la Universidad, dedicó al Instituto las siguientes palabras:

Este Instituto ha sido siempre uno de los mejor organizados del país y propiamente no ha tenido la Universidad problema en relación con el desarrollo de sus trabajos; por las condiciones económicas reinantes fue preciso reducir en pequeña porción los sueldos del personal [...].⁵⁷

Los tres primeros años del Instituto en la Universidad, siguió en la dirección el ingeniero Leopoldo Salazar Salinas (1929-1932) quien intentó dar continuidad a los trabajos de exploración en los estados de Tamaulipas, Puebla, Oaxaca, Hidalgo, Jalisco, Colima, Sinaloa, Chihuahua, México, Chiapas, Veracruz y Yucatán, siendo éstas regiones donde mayor densidad poblacional existía y en donde se habían ejecutado importantes trabajos de ingeniería y arquitectura. Y decimos que lo intentó porque las arcas de la Universidad eran raquíticas, lo que se tradujo en una disminución en el presupuesto para el Instituto de Geología.

En relación con lo anterior, el ingeniero Salazar recortó sus programas anuales presentando “un programa mínimo y económico,⁵⁸ acorde a las instrucciones y necesidades de los departamentos de Minas y Petróleo de la Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo, previa autorización del rector de la Universidad.⁵⁹ Por ello, el Instituto de Geología, más que ser un centro de investigación científica y de

⁵⁶ *Idem.*

⁵⁷ AHIG, caja 235, f. 87, en proceso de catalogación.

⁵⁸ AHIG, caja 30, f. 52, en proceso de catalogación.

⁵⁹ *Ibidem*, f. 59 v.

aplicación de la geología al desarrollo de los recursos naturales del país, constituyó un servicio público para las oficinas federales, empresas industriales y particulares.⁶⁰

Conclusiones

En 1929 se cerró un ciclo para la institución, cuando el Estado decidió trasladar el servicio geológico federal permanente de la República Mexicana a la Universidad Nacional de México, luego de treinta y ocho años de existencia. La crisis económica de esos años y la disminución en la industria minera en cuanto a importancia estratégica fue una realidad para la década de 1920, pues lo que necesitaba tanto el Estado como las compañías, en manos extranjeras por cierto, eran nuevas vetas y yacimientos que explotar, personal calificado y el uso de métodos modernos, entre ellos el método geofísico que se había posicionado como el más efectivo para la prospección petrolera y minera.

En términos generales, el desarrollo de las ciencias de la Tierra durante el primer tercio del siglo XX implicó la creación de otras especialidades que originaron nuevas carreras, la de ingeniero geólogo e ingeniero petrolero creadas en 1927 en la Escuela de Ingenieros. Su creación derivó en que:

En las últimas décadas las especulaciones científicas y la práctica en el aprovechamiento de los hidrocarburos han progresado notablemente, por lo que el plan de estudios de la nueva carrera, la de Ingeniero Petrolero, ha sido arreglada conforme a las necesidades del siglo, de tal manera que en la actualidad los conocimientos de quien se ha dedicado a la Ingeniería de Minas, no son suficientes para especular en terreno tan vasto [...] El papel del ingeniero de minas como entidad social puede resumirse en estos dos conceptos: extraer el mineral útil del seno de la tierra y aprovecharlo para uso práctico.⁶¹

En este escenario, la ingeniería de minas fue una especialidad que tuvo cada vez menos demanda en la matrícula desde comienzos del siglo XX, aunque continuó con fuertes vínculos en la Escuela de Ingenieros y el Instituto Geológico, toda vez que varios de sus empleados eran profesores en la escuela y algunos de los alumnos de la escuela continuaron sumándose a las filas del Instituto, en calidad de practicantes o ayudantes. Sin embargo, con la creación de la ingeniería petrolera y geológica se buscó el tránsito de los jóvenes hacia la investigación, pero sobre todo su inserción a la industria por medio del vínculo tejido entre Universidad –a través de la Escuela de Ingenieros– y el gobierno –Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo– y el correspondiente con los empresarios –Asociación Geofísica de México–.

⁶⁰ *Anuario*, 1931, p. 211.

⁶¹ Korzujin, “Nueva”, 1927, pp. 14.

Los ingenieros de minas Trinidad Paredes y Juan Korzujin y el profesor Enrique Ortiz tuvieron el suficiente peso político y académico en la Escuela de Ingenieros, y en el caso del primero, en la Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo, toda vez que era jefe del Departamento del Petróleo y Ortiz, jefe del Departamento de Minas, para lograr la creación de las dos nuevas carreras en ciencias de la Tierra ya señaladas, situación que no se había registrado desde la apertura del Real Seminario de Minería en 1792. Con su creación quedó probado de facto que sí eran necesarias, que había madurez intelectual de las disciplinas y que los profesores ejercían su influencia y poder dentro de la escuela.

A diferencia de lo que sucedió durante el porfiriato respecto a los vínculos entre Universidad a través de la Escuela de Ingenieros, la investigación representada por el Instituto Geológico y el papel del Estado, por medio de la Secretaría de Fomento, traducidos en el apoyo gubernamental en la educación y legislación, en el siglo XX dicho circuito fue roto pues se buscó la interacción entre enseñanza (ENI) y empresarios (Asociación de Geofísicos).

Ello nos habla de que las reglas del juego estaban cambiando, aunque eso no implicaba la desaparición del Instituto Geológico, pues el ingeniero y senador Pastor Rouaix cabildeó desde su curul para que sus condiscípulos geólogos no desaparecieran de la escena gubernamental, situación que vimos no logró. Del otro lado se encontraba el ingeniero Leopoldo Salazar Salinas, director y jefe del Instituto Geológico y del DEEG, quien se unió a los académicos para transitar a la Universidad. Sobre esto, la hipótesis es la siguiente: una vez que el Instituto Geológico dependiera de la Universidad el establecimiento se allegaría de alumnos y de nuevos recursos jóvenes, pues con las nuevas carreras se estaban formando nuevos cuadros para la industria petrolera, minera, el estudio de fenómenos geológicos y geofísicos, que incluían los problemas de hundimiento y cimentación de las construcciones. Es decir, la enseñanza pasaba por una buena etapa, no así la investigación que amenazaba con desaparecer por la falta de recursos del Estado para su sostenimiento.

Ante la situación crítica de la administración pública para continuar con el sostenimiento de algunos institutos y departamentos, la autonomía universitaria en 1929 fue la solución planteada por el presidente Emilio Portes Gil, pues de esa manera el Estado dejaba la responsabilidad de dicha instancia en su propio gobierno, aunado a que la Universidad era una institución que conservaba los resabios porfiristas y representaba un foco antirrevolucionario que impugnó los cambios impuestos por el ideario de la lucha armada.

Durante el gobierno del general Lázaro Cárdenas, en general las universidades se opusieron a su política, pues se resistían a la educación socialista. La Universidad Nacional no fue la excepción, pues para diciembre de 1934, “no era ya la universidad el lugar donde surgían los lineamientos para la

educación nacional”.⁶² Dadas las necesidades del país, se requería crear una institución que satisficiera las demandas tecnológicas, a ello respondió la creación del Instituto Politécnico Nacional, como consecuencia indirecta de la separación entre la Universidad Nacional y el Estado, pues en el IPN se crearían carreras que la Universidad no tenía y que el país requería.⁶³ Con su creación, las ciencias de la Tierra universitarias tuvieron un papel secundario en el concierto nacional hasta 1947 cuando recuperaron su protagonismo bajo la administración del ingeniero Ricardo Monges López y fecha en la que el Instituto de Geología se transformó en un instituto dedicado al estudio de las Ciencias de la Tierra, ampliando su personal, sus instalaciones e incluyendo dentro del establecimiento la geología, la geofísica y la geodesia.⁶⁴

Cerramos este apartado con las palabras que leyó el ingeniero Ezequiel Ordóñez en el discurso de apertura de 1940 de la Sociedad Geológica Mexicana:

[...] la técnica geológica y su aplicación requería de una especialización, la cual no ha comenzado a existir entre nosotros, porque es tan exiguo el número de ejercitantes y los que hay se ven obligados a dedicarse a las ramas de la Geología Económica. [Aunado a lo anterior, el ingeniero señaló el número reducidos de profesantes de la Geología, ante lo cual se preguntó] “¿qué falta? ¿cuál es la razón de nuestra pobreza de geólogos? [...] Voy a decirlo francamente: porque esta profesión no ha tenido nunca en México la suficiente protección. Los geólogos se forman en las Universidades, en los Institutos de Geología oficiales, en los centros industriales; y como nosotros casi no tenemos industrias propias, como no tenemos más que un solo Instituto Geológico oficial y como nuestras pocas Universidades son tan pobres...y nuestras instituciones y nuestros pocos industriales no ven en el geólogo profesional más que a un individuo cuya tarea es puramente la enseñanza, sin práctica en el campo...las puertas de los centros de negocios, oficiales y particulares, se les cierran [...]”.⁶⁵

⁶² Contreras “Autonomía”, 2012, p. 415.

⁶³ Cf. León López, *Instituto*, 2005.

⁶⁴ AHIG, caja 108, f. 15, en proceso de catalogación.

⁶⁵ Ordóñez, “Discurso”, 1944, pp. 113-121.

Consideraciones finales

México es heredero de una práctica ancestral que se emparenta con una tradición científica de “hurgar en la tierra” en búsqueda de minerales, piedras preciosas, petróleo, fósiles, materiales de construcción, etc., que se remonta al menos a 400 años atrás. La relevancia de las industrias extractivas en nuestra historia ha sido tal, que desde el nacimiento de México como nación independiente los diferentes grupos políticos gobernantes buscaron y ensayaron distintas alternativas de riqueza en las que fijaron como fundamento el patrimonio depositado en un suelo pródigo en minerales. Esta búsqueda estuvo relacionada con el desarrollo de la minería académica en la que concurrieron muchos saberes, entre ellos la geología, cuya utilidad inspiró la creación de instancias para la exploración y la centralización de conocimientos de nuevos yacimientos minerales y de otros recursos naturales.

La “Historia de las ciencias geológicas. De organismo gubernamental a dependencia universitaria (1886-1929)”, representa un modo de estudiar cómo fue el desarrollo de las ciencias geológicas por medio de la identificación de sus principales protagonistas, los ingenieros científicos. Desde el seguimiento a los personajes, a través de la cátedra, de los estudios y de su inserción en la burocracia estatal se demuestra que las ciencias geológicas irrumpieron en el horizonte cultural e institucional mexicano: en las distintas sociedades, el Colegio Metálico, el Museo Nacional, las escuelas nacionales (preparatoria, ingeniería y agricultura), los Institutos de Ciencia y Literatura y las distintas dependencias estatales.

Asimismo, en este trabajo se observó que las ciencias geológicas fueron cultivadas por los aficionados, entre los que se sitúan a botánicos, zoólogos, agricultores, viajeros, clérigos, empresarios mineros y militares, etc., lo que significa que las ciencias geológicas surgieron y se concentraron en muchos ámbitos; de modo que todos los que la estudiaron contribuyeron con conocimiento nuevo a la disciplina decimonónica.

La reconstrucción de las esferas institucionales que impulsaron el estudio de las ciencias geológicas durante el siglo XIX representa una ruta metodológica para bosquejar, o tener una idea, del comportamiento de las ciencias y su institucionalización, que corrió en simultáneo a la construcción de la nación. Por esta razón se privilegiaron los espacios institucionales que precedieron al Instituto Geológico, para explicar cómo los ingenieros de minas-geólogos, en tanto actores híbridos, recibían su entrenamiento en una escuela de nivel superior para realizar investigación básica y aplicada en este Instituto, en alguna otra dependencia gubernamental o en la empresa, al tiempo que se esbozó el

cómo y el por qué del establecimiento del organismo geológico, qué lo definió, cuáles eran sus funciones y finalmente, en que derivó esta ambiciosa institución porfiriana.

En atención a lo antedicho, este proyecto de investigación es producto del conocimiento temático de las ciencias geológicas, de sus derroteros institucionales, de los personajes y sus protagonistas, sus estudios, sus afanes e iniciativas personales y de algunos de los espacios científicos en los que desarrollaron su labor, anhelos que coincidieron con el proyecto de las elites gobernantes y con la revolución científica experimentada en el siglo XIX del mundo occidental, que tocó puerta en América Latina y México, donde surgieron disciplinas, se consolidaron en términos institucionales y se profesionalizaron los hombres de ciencia.

A lo largo de las páginas se argumentó la relación intrínseca entre el crecimiento/crisis minera y el desarrollo de las ciencias geológicas. Se mostró el peso que ha tenido la minería mexicana en la historia científica e institucional de nuestro país dado que, de la estabilidad económica (que descansó de manera especial en la minería y después en el petróleo y otros combustibles fósiles) dependió el desarrollo institucional de la cultura científica.

El punto de partida de este trabajo fue el Colegio de Minería, después Escuela Nacional de Ingenieros, delimitación que reposa en las siguientes evidencias: fue el espacio donde la enseñanza de las ciencias geológicas surgió bajo un enfoque ingenieril, que no eliminó la orientación naturalista; representó el lugar más fortalecido, con mayor número de profesantes, en vista de que se trató de un punto de referencia y reunión de viajeros y técnicos extranjeros; fue el sitio donde se formaron los ingenieros científicos, donde surgió la geología como cátedra, donde se conformaron colecciones geológicas, donde se construyó la ciencia y donde germinó la Comisión para la Carta Geológica. Fue el Colegio de Minería una escuela matriz que originó proyectos tales como la Escuela Práctica de Minas y el Instituto Geológico Nacional, lo que evidenció que la ingeniería de minas fue una de las carreras técnicas que consolidó su institucionalización en las postrimerías del siglo XIX.

La existencia de un colegio especializado en un país con vocación y tradición minera fue fundamental para el desarrollo de las actividades científicas, a través de la formación científica y práctica de los ingenieros que transitarían a geólogos. Fue también en esta institución donde se formaron los hombres que integrarían las filas de la administración pública y donde se experimentó el funcionamiento recíproco entre las prácticas del sistema educativo y la política económica de reconocimiento territorial y de exploración y explotación de los recursos naturales, desarrollada por los gobiernos federal y estatal a través de la formación de los técnicos y científicos especializados que más tarde formarían parte de esas empresas y del aparato de gobierno.

En tal sentido, uno de los argumentos centrales en esta tesis fue la singularidad del surgimiento y desarrollo de las ciencias geológicas en México dentro de las aulas del Colegio de Minería, en tanto soporte de las ciencias y especialidades vinculadas con la minería, que explica el por qué desde hace 200 años la geología ha sido considerada en los planes académicos para formar ingenieros científicos.

Fue en las minas donde el conocimiento geológico tuvo sus primeras aplicaciones y también sus primeros éxitos, que se fueron multiplicando primero en las minas metálicas, después el carbón y luego el petróleo. Su utilidad se evidenció cuando el capitalismo galopante tocó puerta en América Latina, emprendiendo grandes obras de modernización que al mismo tiempo arrojaban objetos de estudio para las ciencias de la tierra. El saldo fue un vigoroso desarrollo de las ciencias útiles, entre ellas las geológicas, interconectadas con la riqueza minera del país y con la actividad productiva.

También en el edificio que ocupó el Colegio de Minería y la Escuela Nacional de Ingenieros habitó la poderosa Secretaría de Fomento desde 1882, durante la gestión de uno de los artífices de la transformación industrial en México, el general Carlos Pacheco. Esta dependencia fue una clara expresión de la centralización de la administración pública experimentada en el régimen porfiriano, que tuvo bajo su control aquellas instancias relacionadas con la riqueza mineral: la 4ª sección de Minería y Agricultura de la propia secretaría, la Escuela de Ingenieros, los diversos espacios e institutos de investigación y las comisiones de exploración.

Estas empresas de reconocimiento territorial y de los recursos naturales estuvieron integradas por los ingenieros científicos y fueron el brazo ejecutor del poder central que se afanó por su promoción en los pabellones y ferias internacionales, con los que se vislumbraba el conocimiento exacto del país y sus recursos abiertos a la inversión. En el porfiriato se fraguó una atmósfera que buscó colocar al Estado en la ruta de las naciones más desarrolladas, se crearon de manera inusitada sociedades científicas que contaron con sus propios órganos de difusión, se organizó la Comisión Geológica Mexicana y se creó el Instituto Geológico Nacional, lo que reveló su profesionalización, la generación de productos útiles y novedosos y la emergencia de especialidades, cultivadas por la élite científica que formó parte de la comunidad científica internacional. En suma, los ingenieros científicos estuvieron al día y fueron los representantes de la minoría culta en México, toda vez que ellos eran la disciplina y eran la institución.

La fundación del Instituto Geológico coincidió con la política de “puertas abiertas” al capital extranjero en los ferrocarriles, las minas, el petróleo y la colonización; así pues, el correlato de la política económica fue la instrumentación de una política científica de corte utilitario en la que se incluyó la creación del servicio geológico permanente, dedicado a la evaluación, promoción y estudio

de las riquezas minerales de México por hombres versados, cosmopolitas y reconocidos en los ámbitos local e internacional. Fue en el porfiriato cuando se atestiguó una recuperación de la tradición colonial y la estratégica renovación del sector minero, a través de la creación de comisiones, institutos, la reforma en la enseñanza e introducción de nuevas temáticas.

Entre los objetivos alcanzados en esta investigación podemos subrayar la identificación de uno de los orígenes de las ciencias geológicas, su desarrollo, las generaciones de ingenieros científicos y su vinculación con las tareas propias de un hombre de ciencia moderno a través de la cátedra, la investigación y difusión de sus resultados. A partir del estudio de las principales instancias gubernamentales porfirianas -la Secretaría de Fomento, la Escuela Nacional de Ingenieros e Instituto Geológico de México- se estableció un circuito para el conocimiento y aprovechamiento de los recursos no renovables, situación que vivió un pujante impulso de manera especial entre 1881 y 1891, en la administración del general Pacheco.

También permitió situar a una parte del pequeño universo de los ingenieros dedicados a las ciencias geológicas como un grupo selecto de la élite que formó parte de la comunidad científica mexicana e internacional. Toda vez que se trató de actores universales que habían complementado sus estudios en Europa o Estados Unidos, o que habían tejido una red de intercambio epistolar con actores de esas latitudes, con frecuencia acudían a las exposiciones universales y a los congresos científicos celebrados tanto en México como en el extranjero. Fueron gestores de las políticas públicas y la legislación; especialistas en las diferentes disciplinas que promovieron así como de diversas instituciones científicas que fundaron y consolidaron. En suma, se trató de una selecta minoría cercana al régimen del que supo cabildear recursos para su función social como hombres de ciencia.

Así pues, en el último tercio del siglo XIX, el maridaje entre las nuevas políticas económica y científica caminaron de la mano con las iniciativas personales de los hombres de ciencia, que hicieron posible la configuración de un Estado nacional proyectado a la centralización, a partir del control y promoción de los recursos naturales y de la consolidación de proyectos científicos y productivos. Participaron en el periodo más vigoroso del desarrollo científico en México, así lo demuestra el afanoso inventario que estos hombres hicieron de la riqueza natural y mineral a través de la amplia gama de objetos de investigación que abordaron y sus productos novedosos, entre ellos las memorias científicas, las diferentes investigaciones y de manera especial, los mapas geológico y minero.

La diversificación temática y la importancia a nivel local e internacional de los estudios emprendidos por los empleados del Instituto Geológico Nacional les permitió estrechar vínculos con la comunidad científica internacional. Los ingenieros científicos estudiados representaron a los

científicos “alfa”,¹ una minoría de la elite científica porfiriana, pues sus trabajos fueron de naturaleza aplicada que aspiraba a cumplir un objetivo. En tanto “geólogos oficiales”, debían producir resultados, acumular conocimiento normalizado y seguir protocolos fijados, dentro de espacios públicos generados o bajo la custodia del Estado.

Las comisiones de exploración aludidas a lo largo del trabajo fueron empresas limitadas a la circunstancia estatal, por ello entre sus características más acusadas está la parcialidad, la mirada específica hacia los recursos y cuyo discurso aséptico nos habla de la invisibilidad y son, por ello, un brazo ejecutor de la política económica en turno. Fueron además un instrumento conveniente para cumplir objetivos muy precisos por parte de los funcionarios estatales, situación que evidenció la creación de nuevas comisiones con propósitos puntuales a lo largo de los años.

La comisión y expedición científica fue entonces una empresa de reconocimiento territorial que fungió como el instrumento más eficaz de conocimiento para controlar los recursos naturales. Este instrumento, en el marco estatal, tuvo un lapso temporal determinado y quedó integrado por expertos que llevaban consigo un programa de viaje, financiación oficial, instrumental técnico y científico, cuyas tareas eran vertidas en un informe o memoria detallada y en mapas como representación de la realidad estudiada, y como muestra del consenso del momento para la inclusión o exclusión de elementos en los documentos oficiales.

Los intereses de las comisiones geológicas obedecían a la observación, búsqueda y colecta de muestras de materiales que pudieran tener una aplicación o utilidad. Estos datos eran recogidos en la libreta de campo, los que por último eran plasmados en un informe oficial, para su posterior circulación. Esta condición en el trabajo especializado que realizaron los ingenieros científicos derivó en parte de la posición que tuvieron dentro de una institución, con una estructura jerarquizada, en tanto espacio de élite, masculino, estamental y posicionado en el marco gubernamental.

Respecto a cómo se crearon, se dirá que las comisiones científicas operaron a través de los itinerarios geológicos, que resultaron ser la metodología empleada para realizar el reconocimiento por el territorio. Esta práctica obedeció a la accidentada geografía de México, a la falta de vías de comunicación y al uso del caballo y trenes para su traslado. Los empleados para llevar a efecto la práctica eran investigadores del Instituto Geológico y practicantes, estudiantes provenientes en su mayoría de la Escuela Nacional de Ingenieros.

Además, debe señalarse que estos viajes científicos formaron parte del gran proyecto de reconocimiento territorial durante el siglo XIX, que abarcaron campos de la geografía y sus áreas

¹ Comunicación del geólogo Gerardo J. Soto, Ciudad de México, octubre 2013.

temáticas –como la médica o la física–, la salud pública, las actividades especulativas, la rehabilitación de minas, la búsqueda de plantas útiles, minerales industriales y petróleo, de ferrocarriles y puertos, la colonización, el desagüe del Valle de México, mejoras agrícola y de las ciencias geológicas que incluyeron la exploración y estudio de volcanes, temblores de tierra, hallazgos paleontológicos y antropológicos, aguas termales, hervideros, geysers, manantiales, mantos acuíferos, grutas, cavernas, estratos, suelos, nitratos, guano, tierras, arcillas y un largo etcétera.

El interés que tuvieron los mexicanos por aspectos de la geografía y la geología nacional hizo posible que para el último tercio del siglo XIX los hombres de ciencia mexicanos aprovecharan gran parte de las investigaciones elaboradas con anterioridad, que databan incluso desde el siglo XVI, para desarrollar un proyecto de reconocimiento de envergadura nacional y vinculado con las empresas científicas internacionales. Ello quedó rubricado por el geólogo José Guadalupe Aguilera para quien “todavía en 1872 la actividad de los exploradores y sabios mexicanos se [despertaba] de improviso y [precisaba del] esfuerzo de particulares, como el de comisiones nacionales y de algunos de los Estados de la República”.²

En este sentido, no sólo el Estado fue el único actor histórico en búsqueda del conocimiento y la apropiación de la naturaleza a través de la organización de las expediciones geológicas, ya que también fueron emprendidas por las autoridades estatales, por negociaciones y empresas privadas, por particulares, viajeros y por amateurs. En conjunto, estos actores participaron en el proceso de exploración y explotación de los recursos y algunas veces actuaron como promotores o bien como financiadores en el reconocimiento territorial.

La institucionalización de las ciencias significó una revolución científica, social y cultural en el mundo decimonónico, toda vez que se crearon espacios dedicados a generar conocimientos básicos y útiles para la sociedad. Los hombres de ciencia desempeñaron diversos puestos remunerados, se robustecieron instituciones que son el origen de la universidad moderna en nuestro país. Los mejores ejemplos de este legado científico son la Facultad de Ingeniería y el Instituto de Geología de la UNAM, que continúan la función por la que fueron creados: impartir la enseñanza de las ciencias y técnicas, generar investigación, difundir el conocimiento y preservar el museo geológico de la nación.

Hacer investigaciones acerca de la historia de la ciencia institucional en México se inscribe en el rescate de la genealogía de los saberes, pero también sirve para revalorar a los destacados hombres de ciencia que construyeron este país, que recorrieron sus caminos, que ascendieron volcanes, que entraron a las grutas y cuevas, que estudiaron su clima, su geografía, su naturaleza y que llevaron varias

² Aguilera, “Reseña”, 1905, p. 62.

de sus iniciativas personales a los gobernantes para consolidar la infraestructura donde generar el conocimiento.

El conocimiento de la actividad científica también nos enseña que estas tareas están emparentadas con la identidad, que son parte del nacionalismo y del cosmopolitismo de los hombres de ciencia, en tanto élite que formó parte de una comunidad transnacional. Nos muestra cómo desde los fundamentos científicos se secularizó la cultura, cómo se apropiaron del terreno patrio, como fueron sus estrategias con los distintos grupos sociales y en el interior del suyo propio para posicionarse en la escala social, dado que el surgimiento de una ciencia significa un nuevo modo de ver y de apropiarse el mundo.

El mayor logro de la geología institucionalizada en México se reflejó en la factura del primer mapa geológico de México, que se tituló *Bosquejo de la Carta Geológica de la República Mexicana* (1889). Esa empresa significó para Del Castillo y sus colegas entrar en contacto directo con los pobladores de las comarcas que recorrieron, conocer el suelo mexicano y legitimar su posición como profesionales en los ámbitos local e internacional, pues el *Bosquejo* enunció cuan inexplorado se encontraba México para las postrimerías del siglo XIX, pero también expresó de manera implícita que la modernización de los caminos a través del tendido del ferrocarril que atravesaban grandes porciones territoriales hacía posible recorrerlo y llevar a cabo empresas científicas. Asimismo, inspiró la conservación, exhibición y estudio de objetos de la ciencia geológica como las meteoritas, lo que redundó en una apropiación cultural del público mexicano culto y profano. En suma, los productos originados por los geólogos oficiales constituyeron algunos de los baluartes de la cultura científica nacional.

En términos generales en esta tesis se mostró solo una mínima parte de los documentos generados por el primer servicio geológico mexicano, en vista que las fuentes concentradas en los archivos históricos revelan una multiplicidad de temas que es preciso estudiar: a los actores, mediante la confección de biografías para situar a los personajes en el contexto que vivieron, ya que en nuestra historiografía nos muestra la necesidad de conocer a nuestros próceres científicos, así como los linajes científicos y las dinastías familiares; las oficinas, secciones o departamentos en que dividió la actividad el Instituto Geológico; los productos y resultados generados por los ingenieros científicos; las tareas de popularización del conocimiento por medio de las conferencias que dictaron y la vinculación con los ámbitos político, económico y social del periodo. Es por ello que esta investigación es una pequeñísima parte del rompecabezas de la historia de las ciencias geológicas.

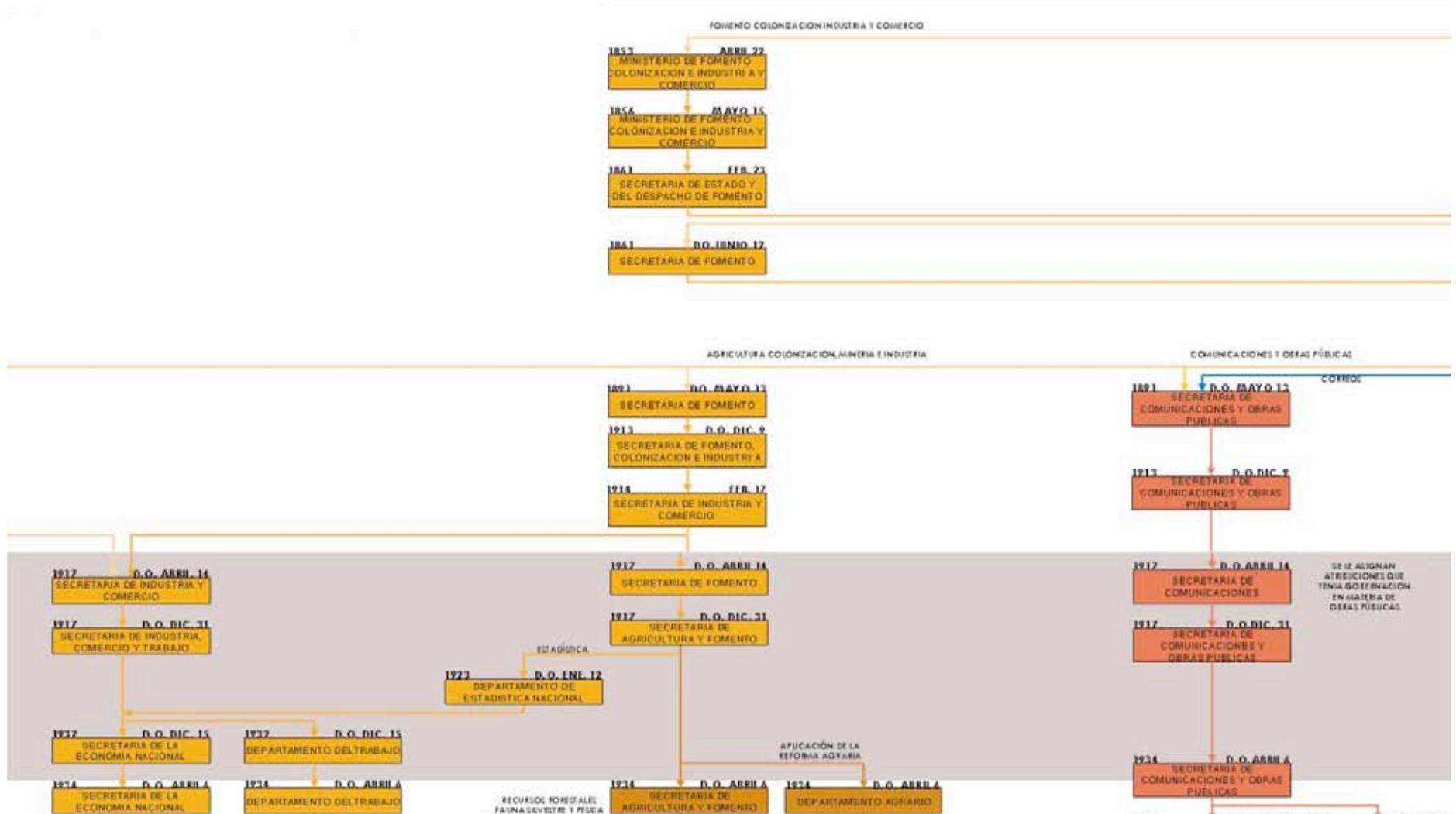
Otros de los temas que se quedaron en el tintero son el estudio de los distintos espacios institucionales en los que tuvieron presencia las ciencias geológicas, por ejemplo la Escuela Nacional

de Agricultura o el Museo Nacional, por mencionar los menos; el discurso desde lo privado; el desarrollo de las ciencias geológicas en provincia; el estudio de los actores en las regiones y de la vinculación con otras instituciones, como la Cámara Minera y el Instituto de Minas y Metalurgia; la relevancia y aplicación de los productos geológicos en los proyectos productivos o los derroteros del Instituto de Geología como servicio geológico universitario.

Para finalizar es preciso referir que en este estudio no se analizó el estudio del desarrollo de cada especialidad, por ejemplo la hidrogeología, la paleontología, la sismología y la meteorítica, que de haberlo emprendido hubiera obligado a diversificar y ampliar el proyecto de investigación.

Apéndices

EVOLUCIÓN DEL MINISTERIO DE FOMENTO Y SECRETARÍA DE FOMENTO (1853-1934)



Fuente: Presidencia, *Ley Orgánica*, 1977. La imagen forma parte del cuadro de la evolución de las dependencias centralizadas de la Administración Pública Federal a partir de 1821.

RAMOS DE COMPETENCIA DE LA SECRETARÍA DE FOMENTO (1881-1897)

Secretaría de Fomento (1881-1891) Gral. Carlos Pacheco		Secretaría de Fomento (1892-1896) Ing. Manuel Fernández Leal	
Sección I	Colonización	Sección I	Terrenos baldíos
	Terrenos baldíos		Terrenos nacionales
	Geografía		Excedencias
	Comisión Geográfico-Exploradora		Demasías
	Comisión mexicana de reconocimiento de la frontera entre México y Guatemala		Ejidos
	Cartografía		Colonización
	Estadística		Observatorios astronómicos y meteorológicos
	Inspector general de faros del Golfo		Comisión de límites con los Estados Unidos y Guatemala
	Observatorios		Sociedad de Geografía y Estadística
	Observatorio Meteorológico-Magnético Central		Comisión Geográfico-Exploradora
	Observatorio Astronómico Central		Comisiones diversas
	Observatorio Astronómico de Chapultepec		Permisos a extranjeros para adquirir bienes raíces
	Observatorio Astronómico de Tacubaya		Academias de ciencias exactas, físicas y naturales
	Observatorio Astronómico de Mazatlán		Agencias de tierras en los estados
Sección II	Telégrafos	Sección II	Industria en general
	Exposiciones nacionales e internacionales		Industrias nuevas
	Privilegios		Propiedad industrial
	Pesas y medidas		Marcas de fábrica y de comercio
	Casas de Moneda		Patentes de invención
			Exposiciones nacionales e internacionales
			Pesas y medidas
			Departamento de Pesas y Medidas
			Instituto Médico
			Riesgos empleando aguas de jurisdicción federal

Sección III	Caminos y Calzadas	Sección III	Minas y propiedad minera
	Puentes		Agencias de Minería en los estados y territorios
	Obras en los puertos y faros		Inspectores de minas
	Desagüe del Valle de México		Contrato sobre concesiones de zonas mineras y haciendas de fundición
	Monumentos públicos		Permisos a extranjeros para adquirir propiedades mineras
	ferrocarriles		Instituto Geológico
	Canales de navegación		
Sección IV	Agricultura y Minería	Sección IV	Construcción de Cartas Generales de la República, de los Estados, Distrito Federal y Territorios
	Legislación minera, industrial y agrícola		Depósito de Cartas Geográficas y Planos topográficos
	Sociedad Mexicana de Minería		
Sección V	Contabilidad	Sección V	Agricultura en general
			Agentes de Agricultura en los estados y territorios
			Publicaciones Agrícolas
			Concesiones de aguas de jurisdicción federal
			Piscicultura
			Aprovechamiento de productos naturales
			Bosques nacionales
		Sección de Archivo	Archivo General del Ministerio
			Pagaduría
			Oficialía de partes
			Imprenta y taller de fototipia
		Direcciones	Gran Registro de la Propiedad
			Dirección de Estadística

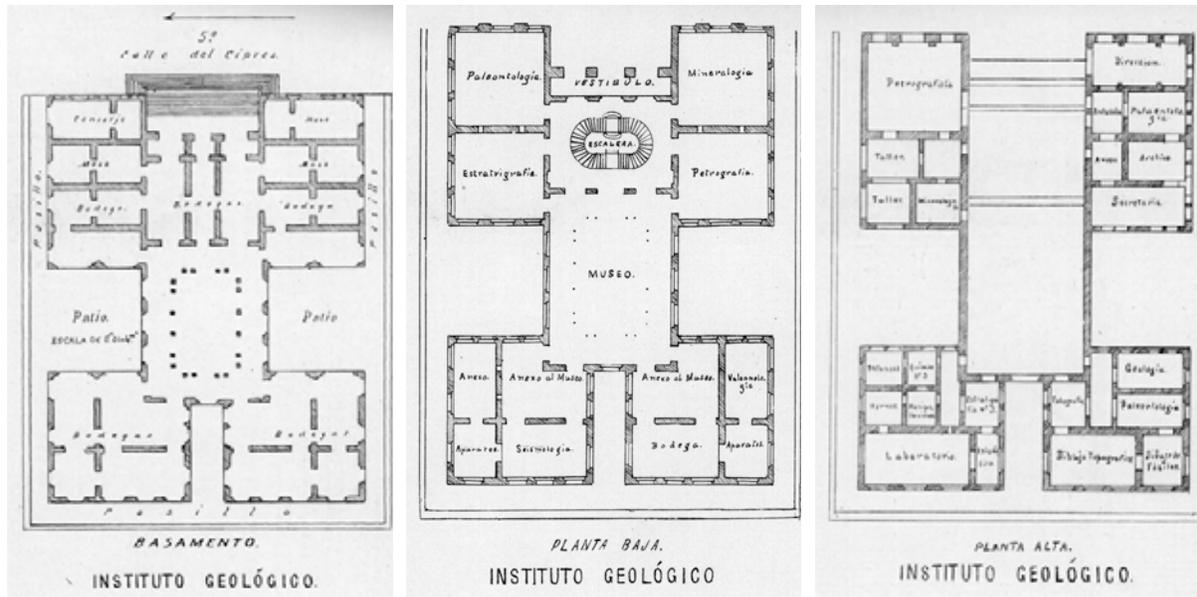
Fuente: elaboración propia con base en Pacheco, *Memoria*, 1887, 3 v.; Fernández Leal, *Memoria*, 1897, pp. VI-VII; Díaz Rugama, *Prontuario*, 1896, pp. XVIII-XX.

PRINCIPALES LEYES MINERAS QUE HAN REGIDO EN MÉXICO
(SIGLOS XVIII-XX)

Fecha de entrada en vigor	Ley	Fecha de expedición
<i>Leyes españolas</i>		
	Ordenanzas Reales de Castilla o Viejas Ordenanzas	
	Ordenanzas del Nuevo Cuaderno, expedidas por Felipe II en San Lorenzo (Ley 9, Tit. 13, libro 6º de la Recopilación de Castilla)	22 de agosto de 1584
<i>Leyes coloniales</i>		
1784	Ordenanzas de Minería (Especiales para Nueva España expedidas por Carlos III en Aranjuez y promulgadas en México en 1784)	22 de mayo de 1783
	Leyes mexicanas	
<i>A. De tipo colonial</i>		
	Diversas leyes sobre puntos especiales	Diversas fechas
1881	Códigos de Minería de algunos estados (Hidalgo y Durango)	1881
1º de enero de 1885	Código de Minería de los Estados Unidos Mexicanos (expedidos por el presidente Manuel González)	22 de noviembre de 1884
	Ley de Protección Industrial o de Zonas Mineras (modifica algunas disposiciones del Código en vigor)	6 de junio de 1887
<i>B. De tipo liberal</i>		
1º de julio de 1892	Ley Minera de los Estados Unidos Mexicanos (presidente Porfirio Díaz, complementadas por la de Impuestos a la Minería de 6 de junio del mismo año)	4 de junio de 1892
31 de diciembre de 1909	Ley Minera de los Estados Unidos Mexicanos (presidente Porfirio Díaz)	25 de noviembre de 1909
<i>C. Revolucionarias que restauran principios tradicionales</i>		
1º de agosto de 1926	Ley de Industrias Minerales (presidente Plutarco Elías Calles)	3 de mayo de 1926
1º de octubre de 1930	Ley Minera de los Estados Unidos Mexicanos (presidente Pascual Ortiz Rubio)	2 de agosto de 1930

Fuente: Sánchez Mejorada, *Notas*, 1944, pp. 5-6.

PLANOS Y FOTOS DEL INSTITUTO GEOLÓGICO NACIONAL



Distribución espacial del Instituto Geológico Nacional. Fuente: Galindo y Villa, *Ciudad*, 1906, s/p.

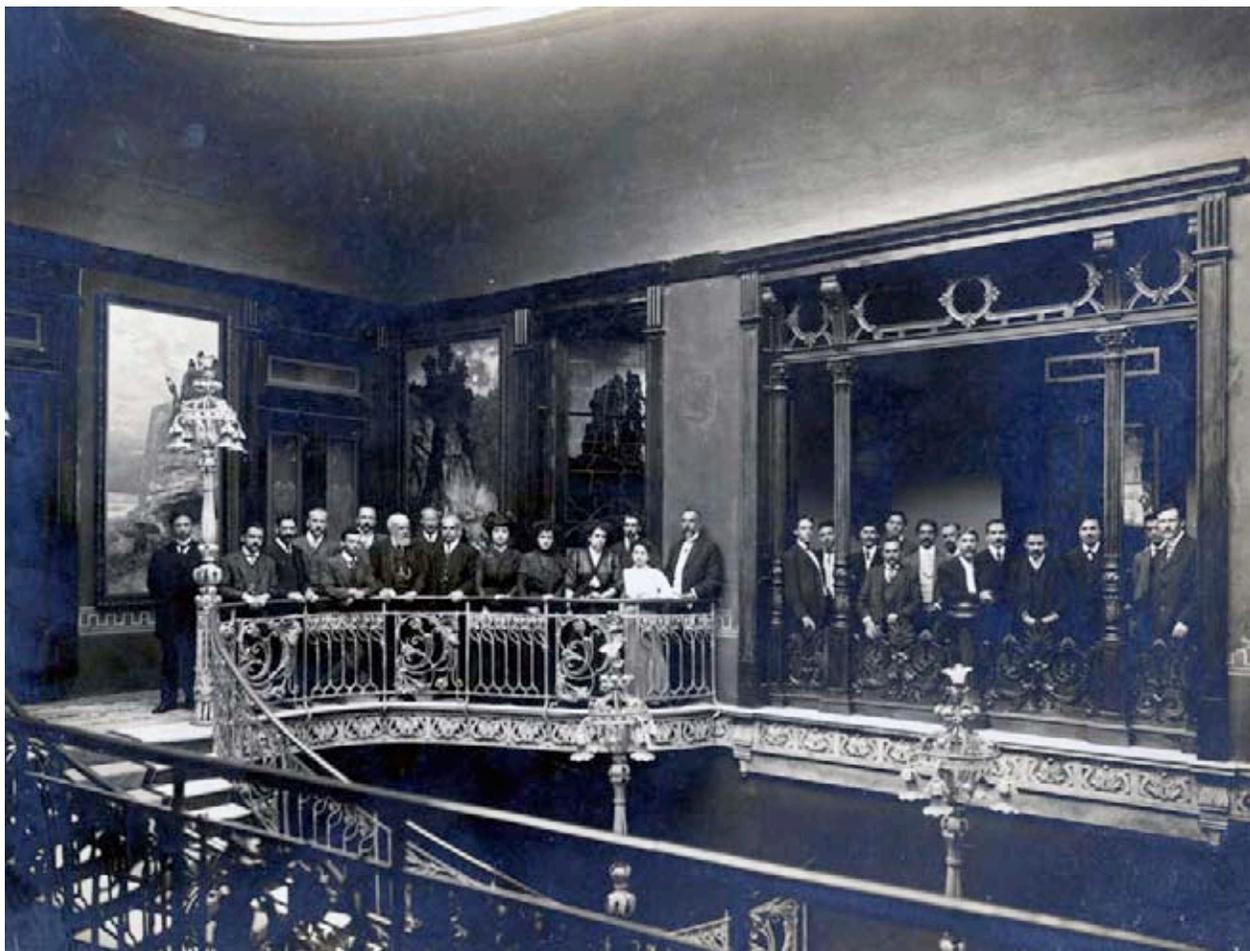


Biblioteca del Instituto Geológico Nacional.
Fuente: AHPM, Colección Alzate, s/c.



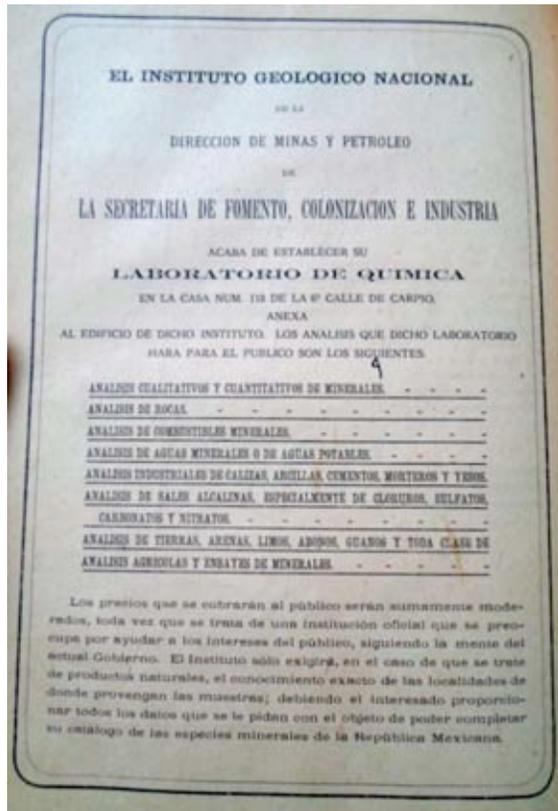
Vestíbulo del Instituto Geológico Nacional.
Fuente: AHPM, Colección Alzate, s/c.

PERSONAL DEL INSTITUTO GEOLÓGICO NACIONAL EN 1906



Fuente: AHPM, Colección Sociedad Científica Antonio Alzate, s/c.

ANUNCIO DE LA REAPERTURA DEL LABORATORIO DE QUÍMICA



En la imagen se observa el anuncio de la reapertura del Laboratorio de Química del Instituto Geológico dado a conocer de manera corta en los periódicos diarios de la ciudad de México y de manera más detallada en el Boletín Minero, órgano del Departamento de Minas y Petróleo de la Secretaría de Fomento que decía:

El Instituto Geológico Nacional acaba de establecer su Laboratorio de Química en la casa no. 118 de la 6ª calle de Carpio, anexa al edificio de dicho Instituto.

Los análisis que dicho Laboratorio hará para el público son los siguientes:

Análisis cualitativos y cuantitativos de minerales

Análisis de rocas

Análisis de combustibles minerales

Análisis de aguas minerales o de aguas potables

Análisis industriales de calizas, arcillas, cementos, morteros y yesos

Análisis de sales alcalinas, especialmente de cloruros, sulfatos, carbonatos y nitratos

Análisis de tierras, arenas, limos, abonos, guanos y toda clase de análisis agrícolas

Ensayos de minerales

Los precios que se cobraran al público serán sumamente moderados, toda vez que se trata de una Institución oficial que se preocupa por ayudar a los intereses del público, siguiendo la mente del actual gobierno. El Instituto solo exigirá, en el caso de que se trate de productos naturales, el conocimiento exacto de las localidades de donde provengan las muestras, con el interés de completar su catálogo de las especies minerales de la República Mexicana.

RELACIÓN DE PERSONAL DEL INSTITUTO GEOLÓGICO
ENTRE 1915 Y 1917

Agustín Rábago	José C. Zárate
Alfonso M. de Ibarrola	Joaquín Chávez
A.L. Prado	Josefina Ocampo
Angel Aguilar	José Zavalza
Antonio D. González	Juan de Dios Villarello
Benjamín M. Arroyo	Luis Bolland
Carlos Bureckhardt	Luis Espinosa
Carlos Castro	Luz Pérez
Cecilia Anaya	Luis Acosta
Dolores Peón Valdés	Luis Goerne
Efraín de León	María del Carmen Violante
Emil Böse	Manuel Sánchez Mejorada
Enrique Díaz Lozano	Manuel Muñoz Lumbier
Enrique Mario González	Mariano Orencio
Enrique Suárez del Real	Miguel Bustamante
Evangelina Ceballos	Nicolás Márquez
Ezequiel Ordoñez	Nicolás López
Fructuoso Trigos	Pedro González
Fernando Urbina	Rafael Aguilar y Santillán ¹
Francisco Xavier Rojas	Rafael M. Tello ²
Gabino Morales	Rafael Mendoza
Gonzalo Vivar	Salvador Soto Morales
Guilebaldo Cicero	Sarah Murguía
Hermión Larios	Teodoro Flores Reyes
Heriberto Camacho	Tomás Paredes
Ignacio Aguilar	Trinidad Paredes
Jesús Jiménez	Vicente Gálvez
Jesús Martínez Portillo	Vicente Gutiérrez
Jorge Santillán	

Fuente: elaboración propia con base en AHIG, , caja 525, ff. 1- 5, 11, 13, 15, 17, 19, 22, 23, 25, 26, 29, 30, 31, 33, 34, 35, 40, 41, 46, 47, 50, 54, 57, 64, 67, 70-72, 75, 76, 79, 80, 88, 89, 90-116, 120v, 122-124, 130, 131, 132, 135, 140-143, 147-149, 152, 153, 155, 158, 164, 167, 292, 297, en proceso de catalogación

¹ Por invitación del ingeniero José Gpe. Aguilera, director del Instituto Geológico, Rafael Aguilar y Santillán ocupó los puesto de secretario y bibliotecario desde julio de 1902 hasta octubre de 1915, fecha en que los acontecimientos políticos que conmovieron al país lo obligaron a abandonar sus actividades en el Instituto y aceptar el cargo de jefe de departamento de la biblioteca de la Secretaría de Fomento. Martínez Portillo, "Necrología", 1938, pp. 252-253.

² Ingeniero y perito agrícola egresado de la Escuela Nacional de Agricultura.

SEDES DE LOS CONGRESOS INTERNACIONALES DE GEOLOGÍA (1878-1929)

No.	Año	País	Ciudad	Presidente	Secretario	Países representados	Miembros		Delegados
							Total	Presentes	
1	1878	Francia	París	E. Hebert	Edouard Jannettaz	23		310	7
2	1881	Italia	Bolonia	G. Capellini	T. Taramelli	22	420	224	15
3	1885	Alemania	Berlín	E. Beyrich	M. Hauchecorne	22	445	262	13
4	1888	Gran Bretaña	Londres	J. Prestwich	J.W. Hulke	25	830	422	37
5	1891	Estados Unidos de América	Washington	J.S. Newberry	H.S. William S.F. Emmons	26	546	251	30
6	1894	Suiza	Zúrich	E. Renevier	H. Golliez	20	401	273	14
7	1897	Rusia	San Petersburgo	A. Karpinsky	Th. Tschernyschew	27	1037	704	121
8	1900	Francia	París	A. Gaudry	Charles Barrois	30	1016	461	61
9	1903	Austria	Viena	E. Tietze	C. Diener	31	664	393	42
10	1906	México	México	J.G. Aguilera	M.E. Ordóñez	34	707	321	52
11	1910	Suecia	Estocolmo	G. de Geer	J.G. Anderson	36	879	625	175
12	1913	Canadá	Toronto	F.D. Adams	R.W. Brock	49	981	467	362
13	1922	Bélgica	Bruselas	J. Lebacz	A. Renier	38	518	321	123
14	1926	España	Madrid	C. Rubio	Enrique Dupuy de Lome	52	1123	722	277
15	1929	Unión Sud-Africana	Pretoria	A.W. Rogers	A.L. Hall	50	575	298	117

Fuente: *Informes*, 1959, pp. 9-10.

COMITÉ EJECUTIVO DEL
Xº CONGRESO GEOLÓGICO INTERNACIONAL EN MÉXICO (1906)

Cargo	Nombre	Dependencia	Profesión
Presidente	José Guadalupe Aguilera	Director del IGN, presidente de la SGM	Ingeniero ensayador y apartador de Metales
Secretario General	Ezequiel Ordóñez	Subsecretario del IGN, secretario de la SGM	Ingeniero topógrafo e hidrógrafo
Secretario	Emil Böse	Geólogo Jefe de la Sección del IGN, miembro de la SGM	Geólogo
Secretario	Carlos Burckhardt	Geólogo jefe de la Sección del IGN, miembro de la SGM	Geólogo
Tesorero	Juan D. Villarello	Geólogo Jefe de la Sección del IGN, tesorero de la SGM,	Ingeniero de minas
Miembro	Rafael Aguilar y Santillán	Presidente de la SCAA, secretario del IGN profesor de la Escuela Normal y Secretario Perpetuo de la SCAA	Bibliógrafo
Miembro	Teodoro Flores	Geólogo del IGN, miembro de la SGM	Ingeniero de minas
Miembro	Eduardo Martínez Baca	Jefe de la Sección de Minas	Ingeniero de minas
Miembro	Faustino Roel	Químico del IGN, miembro de la SGM	Ingeniero de minas y ensayador y apartador
Miembro	Víctor de Vigier	Asistente químico del IGN, miembro de la SGM	
Miembro	Andrés Villafaña	Geólogo del IGN, miembro de la SGM	Ingeniero de minas
Miembro	Pablo Waitz ³	Geólogo del IGN, miembro de la SGM	Geólogo

Instituto Geológico Nacional (IGN); Sociedad Geológica Mexicana (SGM); Sociedad Científica "Antonio Alzate" (SCAA). Fuente: *Compte Rendu*, 1907, pp. 10-11.

³ Faustino Roel y Paul Waitz fueron dos personajes que asistieron tanto al Xº Congreso Geológico Internacional (1906) como al XXº Congreso Geológico Internacional (1956), celebrados en la Ciudad de México.

SECRETARIOS DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TRABAJO (1914-1932)

Nombre	Fecha de toma de posesión
Lic. Querido Moheno (1874-1933)	17 febrero de 1914
Lic. Salomé Botello Garza (1875-1949)	10 julio de 1914
Ing. Pastor Rouaix (1874-1950)	1915
Ing. Alberto J. Pani (1878-1955) ⁴	1° mayo de 1917
Ing. León Salinas Arriaga (1885-1973)	21 enero de 1920
Gral. Jacinto B. Treviño (1883-1971) ⁵	7 junio de 1920
Lic. Rafael Zubarán Capmany (1875-1948) ⁶	12 diciembre de 1920
Lic. Miguel Alessio Robles (1884-1951) ⁷	22 febrero de 1922
Gral. Manuel Pérez Treviño (1890-1945)	30 octubre de 1923
Luis Napoleón Morones (1890-1964)	1° diciembre de 1924
Dr. José Manuel Puig Casauranc (1888-1939)	21 julio de 1928
Ramón P. de Negri ⁸	31 diciembre de 1928
Miguel M. Acosta (1891-1947)	
Ing. Luis L. León (1890-1981) ⁹	5 febrero de 1930
Lic. Aarón Sáenz (1891-1983)	8 octubre de 1930
Gral. Abelardo L. Rodríguez (1889-1967)	20 enero de 1932
Lic. Primo Villa Michel (1893-1970)	2 agosto de 1932

⁴ Álvarez, *Enciclopedia*, 2000, p. 6182. Nació en Aguascalientes, Ags. en 1878 y murió en la Ciudad de México en 1955. Graduado el 26 de septiembre de 1902 en la Escuela Nacional de Ingenieros de ingeniero civil, construyó las plantas de bombeos de Nativitas y la Condesa, y fue profesor en aquel plantel de vías fluviales y obras hidráulicas. Subsecretario de Instrucción Pública del Distrito Federal (1912-1913). Durante el constitucionalismo estuvo comisionado en Washington, organizó la tesorería de Carranza en Ciudad Juárez, dirigió los ferrocarriles y concurrió a las conferencias de New London y Atlantic City (con motivo del asalto de Villa a Columbus). Fue el primer secretario de Industria, Comercio y Trabajo (1o de mayo de 1917 al 30 de noviembre de 1918). Fue secretario de Relaciones Exteriores y de Hacienda en los gobiernos de Plutarco Elías Calles, Pascual Ortiz Rubio y Abelardo L. Rodríguez.

⁵ *Diccionario Porrúa*, 1995, p. 3580. Militar. Nacido en Guerrero, Coahuila. Ingresó al Colegio Militar en 1900. Fue miembro del Estado Mayor del presidente Francisco I. Madero y jefe del Estado Mayor de Carranza, Secretario de Guerra y Marina en septiembre de 1914. Bajo el gobierno de Adolfo de la Huerta fue secretario de Industria, Comercio y Trabajo, senador de la República por su estado natal y más tarde presidente de la Comisión de Puertos Libres Mexicanos (1964-1970). Murió en la Ciudad de México el 6 de noviembre de 1971.

⁶ *Ibidem*, pp. 3863-3864. Abogado y político. Nació en Campeche, Camp. Formó parte del gabinete de Venustiano Carranza en Veracruz. Presidente municipal de la Ciudad de México; diplomático en Europa; senador; secretario de Industria, Comercio y Trabajo durante el gobierno de Obregón. Apoyó la rebelión Delahuertista en 1923 y al fracasar ésta, emigró a los Estados Unidos, donde permaneció varios años.

⁷ Álvarez, *Enciclopedia*, 2000, p. 302. Nació en Saltillo, Coahuila en 1884 y murió en la Ciudad de México en 1951. Fue historiador, se ocupó preferentemente de la Revolución en la cual tomó parte activa. Entre sus obras destacan: *Historia política de la Revolución* (1938), *Voces de combate*, *Ídolos caídos*, *Ideales de la Revolución*, *Mi generación y mi época* (1949), *Perfiles de Saltillo*, *Las dos razas y Asuntos hispánicos*.

⁸ Nació en Hermosillo, Sonora a principios del siglo XX. Inició su carrera en el Estado Mexicano como cónsul general de México en San Francisco, California. Posteriormente ocupó el cargo de Cónsul General de México en Nueva York, presidente de Ferrocarriles Nacionales (1922-1923), secretario de Agricultura y Fomento (1924) y de Industria, Comercio y Trabajo (1929).

⁹ Nació en Ciudad Juárez, Chihuahua el 4 de julio de 1890 y murió el 22 de agosto de 1981. Fue un político, ingeniero y destacado miembro del llamado "Grupo Sonora" que integraban los seguidores de Álvaro Obregón y posteriormente de Plutarco Elías Calles. Se desempeñó como diputado federal, secretario de Agricultura y de Industria, Comercio y Trabajo, miembro fundador del Partido Nacional Revolucionario (posteriormente PRI). Durante dos breves periodos fungió como gobernador de su estado natal.

11
PERSONAL DEL DEPARTAMENTO DE EXPLORACIONES Y ESTUDIOS
GEOLÓGICOS
ca. 1919-1920



Fuente: AHIG, Taller de Fotografía, Álbum No. 1, fotografía núm. 47, en proceso de catalogación.

PERSONAL DEL DEPARTAMENTO DE EXPLORACIONES Y ESTUDIOS GEOLÓGICOS
DURANTE LA GESTIÓN DEL ING. JUAN DE DIOS VILLARELLO



Fuente: AHIG, s/c, en proceso de catalogación.

PERSPECTIVA GENERAL DEL TRABAJO DE CAMPO EN LAS COMISIONES DE EXPLORACIÓN DEL INSTITUTO
GEOLÓGICO Y ALGUNOS ANTECEDENTES, SIGLOS XVIII-XX

No.	Nombre	Fechas	Lugar	Duración	Objeto	Recursos	Comisionados
1	Comisión para estudiar el método de beneficio en la Nueva España	1788	Guanajuato; Sombrerete, Zacatecas; Zimapán, Pachuca, Doctor, Jacala y el cardonal en Hidalgo; Taxco, Valladolid,		Método de beneficio usado en Nueva España. Estudio de la técnica de extracción del mineral (incluido el desagüe), la metalurgia y la descripción mineralógica del entorno	Oro y plata	Fausto de Elhuyar, Friedrich Sonneschmidt
2	Comisión sobre el Istmo de Tehuantepec	1824-1829	Oaxaca		Construir un paso interoceánico. Comisión nombrada por el gobierno federal		Coronel del Estado Mayor Juan Orbegozo
3	Comisión sobre el Istmo de Tehuantepec	1824-1829	Oaxaca		Construir un paso interoceánico. Comisión formada por el gobierno de Veracruz		Tadeo Ortiz
4	Reconocimiento del istmo del Tehuantepec. Practicado en los años 1842 y 1843	1842-1843	Oaxaca		Realizar una comunicación oceánica	Minerales	Cayetano Moro
5	Comisión científica para la ubicación de criaderos minerales	1845	República Mexicana, Estados Unidos, España		Exploración y ubicación de los criaderos de azogue de América	Mercurio (azogue)	Antonio del Castillo
6	Comisión del Valle de México	1856-1861	Valle de México		Elaborar el Atlas nacional que comprende la historia y la geografía antiguas, la arqueología, la zoología, la botánica, la estadística y las cartas geológica y geodésico-topográficas del Valle de México		Francisco Díaz Covarrubias
7	Comisión Científica de Pachuca	1864	Hidalgo				Ramón Almaráz
8	Comisión Científica de Baja California	1884	Baja California		Estudio minero de la Baja California		Joaquín M. Ramos
9	Informe relativo a las minas Minerva y Santa Elena en el Mineral de Pozos, distrito de Sierra Gorda, Guanajuato	1892, mayo	Guanajuato		Estudio geológico-minero		Luis Bolland

**Comisiones de exploración realizadas por los investigadores del Instituto Geológico de México y del Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos
(1891-1929)**

10	Comisión para el estudio hidrológico de la Cuenca de México (las aguas del Desierto de los Leones)	1894	Valle de México	Estudiar las aguas superficiales y subterráneas o artesianas del Valle de México, las aguas corrientes o estancadas, en relación con la agricultura e indicando los medios más adecuados al mejor aprovechamiento de dichas aguas, aconsejar las obras que deban emprenderse y designar los lugares en que deban hacerse las obras convenientes, así como dar la mejor aplicación que pueda darse a las tierras que al terminarse las obras del desagüe, y una vez regularizado, han de quedar en seco	José Guadalupe Aguilera, Ezequiel Ordóñez
11	Comisión para investigar la causa de una serie de ruidos subterráneos ocurridos en Pátzcuaro, Michoacán	1903	Michoacán	Estudios sismológicos	Ezequiel Ordóñez
12	Hidrología subterránea de los alrededores de Pátzcuaro, Michoacán	1907, febrero	Michoacán	Estudios hidrológicos.	Juan D. Villarello
13	Comisión para el estudio de las aguas subterráneas de Bermejillo, Durango	1907	Durango	Informe de las aguas subterráneas a la colonia Zarco. Plano, perfiles y análisis de aguas recogidas.	
14	Estudios carboníferos en Coahuila	1908	Coahuila	Estudios mineros.	
15	Informe sobre la existencia de petróleo en Tanute o Tampate, S.L.P.	1910, abril	S.L.P.	Estudio geológico.	Geólogo Chester W. Washburne
16	Comisión que estudia las canteras del Distrito Federal	1912	Distrito Federal	Contiene dos planos y un croquis.	

17	Comisión Geológica a El Oro y Tlalpujahua	1912	Michoacán y Estado de México	Estudio geológico-minero	Teodoro Flores
18	Estudio sobre la hidrología subterránea de Ramos Arizpe y del Valle de Santa Cruz en el estado de Coahuila	1912	Coahuila	Estudios hidrológicos.	Trinidad Paredes
19	Excursión geológica para hacer un estudio del jurásico en las Huastecas de Veracruz, Puebla e Hidalgo	1913	Veracruz Puebla Hidalgo	Estudio geológico-paleontológico.	Carlos Burckhardt Enrique Díaz Lozano Eduardo Cisneros?
20	Excursión geológica para hacer el estudio del cretácico en las regiones norte y central de Nuevo León	1913, enero	Nuevo León	Estudio geológico-paleontológico.	Geólogo jefe, Emil Böse; ayudante de geólogo, Antonio Pastor
21	Comisión que estudiará el volcán de Colima	1913, febrero	Colima	Estudiar las erupciones de cenizas constantes	
22	Comisión geológica para realizar un estudio geológico-minero del Mineral del Chico	1913, junio	Hidalgo	Estudio geológico-minero	Ernesto Wittich, Gonzalo Vivar G. García Lozano
23	Observaciones geológicas hechas en un viaje a través del estado de Guerrero	1913, julio	Guerrero	De México a Chilpancingo; de Chilpancingo a Ahuacotzingo; de Ahuacotzingo a Ollinalá; de Ollinalá a Huamuxtitlán; de Huamuxtitlán a Tlapa; a través de la Sierra Madre del Sur, la región costeña entre Ometepepec y Acapulco, la Sierra y Bahía de Acapulco; de Acapulco a Chilpancingo	Paul Waitz
24	Comisión para el estudio de las salinas	1916	Ciudad de México	Formar una Memoria sobre los criaderos de sal de la República Mexicana	Ing. José C. Zárate

25	Informe sobre la construcción geológica del lecho del Río Lerma y de los sondeos practicados en el mismo, para la cimentación de la presa de Toshi, Estado de México	1916, abril	Estado de México	Estudios hidrológicos		Rafael M. Tello
26	Estudio sobre las condiciones geológicas del subsuelo del lecho del Río del Tunal y de las perforaciones practicadas donde se proyecta construir una presa	1917, febrero	Durango	Estudio geológico		Rafael M. Tello
27	Expedición a la parte N.E. del Valle de México. Expedición a la Sierra de Tezontlalpan	1917	Valle de México	Hacer el estudio geológico-minero del mismo Valle.		Ing. Pedro González Rafael M. Tello
28	Visita al criadero de Alumita de Puerto del Rey	1917	Jasso, Hidalgo	Utilización de la Alumita para la fabricación de alambre, de sulfato de aluminio, sulfato de potasio y su empleo como abono.		Gonzalo Vivar
29	Sierra de Guadalupe (Cerro del Tepeyac)	1917	Cerro de Guerrero	Estudiar depósitos de sílice hidratada.		Gonzalo Vivar Carlos Castro
30	Comisión para el estudio de las minas de Guadalupe y San Antonio	1918	Guanajuato	Informe sobre las excursiones que emprendió en el mineral de Puerto Nieto para rendir informe de las minas de Guadalupe y San Antonio.	Descripción de las vías de comunicación, fisiografía, hidrografía y geología	Vicente Gálvez
31	Comisión Exploradora en el estado de Hidalgo	1918	Minerales de Atotonilco, El Chico, Actopan, Zimapán y la	Estudio de las potencialidades minerales en Hidalgo		Teodoro Flores, jefe Gonzalo Vivar, Heriberto Camacho

32	Comisión Geológica del Pacífico	1919-1921	Encarnación Baja California	Yacimientos minerales y petrolíferos. Estudios geológicos, levantamientos topográficos	Chapopote	Leopoldo Salazar Salinas Miguel Bustamante Ángel Aguilar (1919) Vicente Gálvez y Juan Camacho (1921)
33	Comisión Geológica del Valle de México	1920	Estado de México, Hidalgo	Estudio de los grandes valles de la mesa central; el estudio de la región S.E. del Valle y en especial, la zona de los volcanes; parte de la región meridional y la mayor parte de la septentrional, incluyendo en esta la zona minera de Pachuca, para el estudio de la distribución de la mineralización a profundidad y la génesis de los criaderos. Se hizo varias ascensiones al Popocatepetl y al Ixtacihuátl, con el objeto de estudiar la actividad del primero y la geología general de la Sierra Nevada, se visitaron las estaciones vulcanológicas de Tlamas y Popocatepetl		George Hyde, Ernest Howe, Manuel Santillán y los practicantes Santiago Mac Gregor, Ernesto Azcón y Juárez
34	Expedición a los Estados Unidos y Canadá	1921	Estados Unidos y Canadá	Llevar a cabo trabajos de cooperación internacional. El estratígrafo del Instituto Geológico marchó a Texas para incorporarse a la comisión de la United States Geological Survey, que estaba efectuando el estudio de las regiones limítrofes con México, y que establecería la coordinación de las formaciones geológicas de una y otra nación. Cabe señalar que uno de los practicantes, estuvo nueve meses en Washington, trabajando en la USGS, enterándose de los procedimientos más modernos en Petrografía, a cuyo efecto, los más famosos especialistas le impartieron su valiosa enseñanza.		Leopoldo Salazar Salinas
35	Comisión Geológica	1921	Borde fronterizo	Estudio de geología general		Leopoldo Salazar

36	de las regiones cercanas al Río Bravo Comisión Geológica al estado de Sinaloa	1921	entre México y Estados Unidos Sinaloa	Estudio general de la geología y de los recursos minerales, especialmente de la posibilidad de encontrar petróleo.	Minería y petróleo	Salinas, Ernest Howe, Enrique Díaz Lozano Pastor Giraud, jefe de la comisión, Gonzalo Vivar A., jefe de la Oficina de Geología Petrolera, Heriberto Camacho, Agustín Cruz, Jorge A. Villatoro, practicante
37	Comisión geológica del Valle de San Juan Teotihuacán	1921	Estado de México	En cooperación con la Dirección de Estudios Antropológicos, se hizo un examen geológico y estratigráfico de San Juan Teotihuacán, un estudio de los materiales de construcción existentes, la clasificación y arreglo de los ejemplares mineralógicos y litológicos en el museo de San Juan.	Jades, materiales de construcción	Enrique Díaz Lozano
38	Expedición a las estaciones sismológicas	1921	Sinaloa, Puebla, Colima, Jalisco y Zacatecas	Estudio del estado de las estaciones regionales.		Manuel Muñoz Lumbier y el practicante Guillermo Salazar Viniegra
39	Comisión a unos manantiales de aguas minerales cercanos a Guadalupe Hidalgo	1921	Hidalgo	Estudios de la radioactividad de las aguas minerales.		Ing. Ángel Aguilar Ing. Salvador Soto Morales
40	Comisión al estado de Zacatecas	1921	Zacatecas	Recoger datos y ejemplares de minerales.		Profr. Carlos Castro Ing. Salvador Aguirre
41	Comisión Topográfica en el Mineral del Chico	1921	Hidalgo			Ing. Agustín Cruz
42	Comisión Topográfica entre los estados de México y Michoacán	1921	Michoacán y Estado de México	Para realizar el levantamiento topográfico a detalle, ligando previamente triangulaciones que ya existían.		Ingenieros Aguirre y Antonio Acevedo
43	Comisión Geológica entre los estados de México y Michoacán	1921	Michoacán y Estado de México	Estudio de la geología en la región.		Leopoldo Salazar Salinas
44	Comisión hidrológica	1921	Michoacán	Hacer una perforación de prueba en busca		

	del Valle de Jiquilpan				de aguas artesianas. Los estudios hidrológicos son promovidos y estimuladas con tesón, por miembros de las Cámaras de Diputados y Senadores y por Ayuntamientos y gobiernos locales.		
45	Comisión hidrológica del Valle de Actopan	1921	Hidalgo		Como resultado de la suspensión de una perforación que allí se estaba efectuando y no resultó acertada.		Ing. Rafael M. Tello
46	Comisión Sismológica	1921	Puebla		Una comisión emprendió el ascenso, por el Valle de Puebla, al Popocatepetl, haciéndose observaciones sismológicas en varios puntos cercanos al volcán.		Heriberto Camacho y Manuel Muñoz Lumbier
47	Comisión de la Hacienda de Venta de Carpio	1921	Estado de México		Al tenerse conocimiento del descubrimiento de unos restos fósiles en los terrenos de la hacienda, se organizó una comisión para extraerlos y trasladarlos al edificio del Instituto Geológico. Quedaron fijados los caracteres de un horizonte estratigráfico		Ing. Enrique Díaz Lozano y practicantes Álvarez y Mac Gregor
48	Comisión a los estados de Tlaxcala y Puebla	1921	Tlaxcala y Puebla		Estudio sistemático de los materiales de construcción	Los ejemplares recogidos han sido experimentados y estudiados física y químicamente en los laboratorios especiales del Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos.	Ings. Teodoro Flores y Carlos F. Landero
49	Comisión hidrológica en el estado de Colima	1921	Colima		Estudio hidrológico de Villa Álvarez, Comalá, Cuauhtémoc y Coquimatlán. Se recogieron además, varios datos acerca de yacimientos de fierro, de nitratos y de la geología general del estado.		Ing. Vicente Gálvez
50	Comisión geológico-petrolera en el estado de Colima, Jalisco,	1921	Colima, Jalisco, Michoacán y Oaxaca		Reconocimiento desde el punto de vista de la probabilidad de formaciones petroleras.		R.H. Palmer Gonzalo Vivar y Alberto Langarica

51	Michoacán y la costa de Oaxaca Comisión permanente en la estación de Tlamacas	1921	Estado de México	Estudio para instalar una estación sismológica, vulcanológica y meteorológica en el rancho de Tlamacas, a la falda del Popocatepetl		Heriberto Camacho, Francisco Patiño Ordaz y Manuel Muñoz Lumbier
52	Comisión Exploradora a Cerro Blanco, Tlaxcala	1921	Tlaxcala	Estudiar la posibilidad de explotar las riquezas que encierra el cerro.	Arcillas de varios colores, de distinta plasticidad y composición; gran aplicación en la industria: fabricar ladrillos comunes, ladrillos refractarios, para fabricar objetos de porcelana, mosaicos, hornos, muflas, crisoles, refrigerados, filtros, discos de fonógrafo, y en la fabricación de cemento	Ing. Manuel Santillán
53	Expedición hidrológica en busca de aguas subterráneas en la región de Río Hondo y Huixquilucan	1922	Estado de México	Estudio hidrológico		José Hijar y Haro
54	Comisión Geológica de Nuevo Laredo y Tamaulipas	1922		Estudio de la existencia de yacimientos petroleros, colecta de gases para su análisis químico y de especímenes susceptibles de colecta en los pozos de Tamaulipas		R.H. Palmer
55	Comisión Geológica de Chiapas y Tabasco	1923	Chiapas y Tabasco	Determinar los caracteres petrolíferos de la región y su explotación		Gonzalo Vivar, Luis F. Lajous
56	Geología minera de las regiones norte,	1923	Guerrero Bravos y parte de	Explorar zonas mineras poco conocidas en el mundo científico e industrial, para dar a		Ing. Manuel Santillán Ing. David Segura

	noroeste y central del Estado de Guerrero		Guerrero		conocer su verdadera importancia económica. Localizar las zonas mineralizadas allí existentes.	
57	Expedición geológica de cuatro practicantes del Instituto Geológico al mineral de Pachuca	1923, enero	Hidalgo		Estudio geológico-minero	Jefe: Leopoldo Salazar
58	Expedición geológica de Zacualtipan a la costa del Golfo de México	1923, mayo a junio	Hidalgo Golfo de México		Estudio geológico petrolero	Jorge L. Cumming, practicante
59	Expedición petrolera de Tampico (práctica escolar)	1923	Región Petrolera de Tampico	20 días	Descripción de las plantas separadoras de gases de los pozos y recuperadoras de gasolina de esos gases y determinación con aneroide de las acotaciones de la boca de todos los pozos, indicando la Cía. a que cada pozo pertenezca y su ubicación	Octavio Lea Gómez, Arturo Salinas, Agustín Garduño, Arturo W. Jacobs y Francisco L. García Quintanilla Practicantes del DEEG
60	Comisión Geológica a Sonora	1922	Región minera a lo largo de ferrocarril Sud-Pacífico		Estudio de los criaderos minerales metálicos, estudiar la geología del antiguo distrito de Álamos con la intención de promover el desarrollo de la minería. Realizar el reconocimiento geológico en una porción de la cuenca del río Sonora, con motivo de las obras hidráulicas proyectadas en el cañón de la Puerta del Sol para la irrigación de las tierras del valle Ures.	Teodoro Flores
61	Comisión Geológico Petrolera a Hidalgo y Veracruz	1923	Hidalgo y Veracruz		Estudios de los yacimientos petrolíferos en Hidalgo y en Veracruz	R.H. Palmer, Leopoldo Salazar Salinas, Hisakichi Hisazumi
62	Comisión de Estudios Hidrológicos de los estados de Michoacán	1923	Michoacán y Guanajuato		Estudios hidrológicos	Vicente Gálvez

63	y Guanajuato Expedición para el estudio del cerro del Limón, cerca de la estación Balsas	1924	Guerrero	15 días	Estudiar algunos criaderos minerales		Andrés Manning
64	Excursión a Tampico para obtener muestras de gases	1925	Región de Tampico, Tamaulipas	18 días	Tomar muestras de gases de pozos en algunos campos petroleros		Químico Salvador Soto Morales
65	Excursión a Tamaulipas	1925	Tampico	180 días	Estudios de geología de petróleo		Luis Espino Flores Gonzalo Vivar y Jorge L. Cumming
66	Excursión a Nuevo León	1925	Nuevo León		Estudiar los criaderos de fosfato existentes en el estado para resolver el aprovechamiento comercial de esos fertilizantes.		
67	Expedición minera al estado de Guerrero	1925, enero	Guerrero	137 días	Estudio minero	Antimonio, criaderos argentíferos; auríferos; plumbo-argentíferos; auro-cupríferos; ferro-cupríferos; mercurio	Teodoro Flores, Manuel Santillán
68	Comisión Geológica en Jalapa	1925	Jalapa, Veracruz		Estudios hidrológicos		Vicente Gálvez, Apolinar Hernández
69	Excursión a Sonora	1925	Sonora	91 días	Geología general		Teodoro Flores, Tomás Barrera
70	Excursión a Sinaloa	1925	Sinaloa	73 días	Geología del petróleo		Hisakichi Hisazumi
71	Excursión a San Luis Potosí	1925	San Luis Potosí	132 días	Estudios hidrológicos		Apolinar Hernández, Luis Blásquez, Vicente Gálvez, F. Zamora
72	Excursión de Geología Minera en Sonora	1926	Sierras del Socorro y Cobriza en Sonora	Marzo-junio	Estudio de la geología general y explorar los recursos minerales de las zonas situadas a uno y otro lado del Ferrocarril Sud Pacífico de México, en el tramo de 103 kilómetros, levantamiento del perfil geológico de dicha vía férrea desde el Puerto de Guaymas hacia el norte.		
73	Comisión Geológica a	1926	Nayarit y Durango	Marzo-	Estudiar los recursos mineros de la zona		Manuel Santillán

	Durango y excursión a Jalisco y Nayarit y			junio	comprendida entre el pueblo de La Quemada de Jalisco y la población de Tepic. Conocer los criaderos minerales que se encuentren cercanos en la carretera Durango- Mazatlán	
74	Excursión petrolera a los estados de Coahuila	1926	Frontera y centro de Coahuila Veracruz	Marzo-julio	Estudio y exploración de la posible extensa región petrolífera que se encuentra en la parte norte de los estados de Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila. También hacer el estudio de la zona carbonífera de Coahuila.	
75	Excursión a los estados de Puebla y Veracruz	1926	Misantla y Papantla, Veracruz y Huachinango, Puebla	Marzo-julio	Se estudiarán las posibilidades de existencia de petróleo en el subsuelo entre Misantla y Papantla. Se estudiarán en el extremo poniente de la faja las relaciones estratigráficas del Jurásico y del Cretácico, así como las de éste con el Terciario.	
76	Excursión al estado de Sonora	1926	Altar, Sonora	Marzo-julio	Estudiar las aguas subterráneas en el distrito de Altar del estado de Sonora.	
77	Excursión a Coahuila	1926	Coahuila	Noviembre-diciembre	Se estudiarán la Sierra de Jimulco y la parte norte de la comarca lagunera de Torreón por la Hacienda de Acatita, para indicar la mejor forma de captar las aguas subterráneas en esas zonas, para poderlas emplear en la irrigación.	
78	Excursión de Nuevo León	1926	Nuevo León	Noviembre-diciembre	El objeto fue continuar el estudio de los criaderos de fosfato existentes en el estado de Nuevo León con el fin de resolver acerca de ala explotabilidad comercial de esos fertilizantes.	
79	Excursión a Chiapas	1927		161 días		Federico Müllerried
80	Excursión a Sonora	1927	Sonora	129 días	Estudios geológico-mineros	Teodoro Flores, Jesús Falomir, Raúl Lozano
81	Excursión a Coahuila	1927	Coahuila	127 días	Estudio sobre la existencia de yacimientos petroleros	Gonzalo Vivar y Jorge Cumming
	Comisión a Baja	1928	Baja California	3 meses	Estudios de geología general y minera	Tomás Barrera ¹⁰

¹⁰ AHPM, 1928, X, 419, doc. 9, s/f. El ingeniero Tomás Barrera, quien era también profesor en la Escuela de Ingeniería, expresó en la carta que le envió al ingeniero José A. Cuevas, director de la escuela, que: “el trabajo de Baja California no es muy agradable por la escasez absoluta de comunicaciones y medios de transporte . La alimentación y el abastecimiento de agua son cosas difíciles de adquirir y estamos

82	California Excursión a Veracruz	Geológica	1929	Veracruz	Marzo-abril	Geología Petrolera	H. Hisazumi
83	Comisión General del Valle de México	Geológica	1929	Valle de México	Marzo-abril	Estudio de la Cuenca de México como unidad geológica, climatología, litología, materiales de construcción, materiales rocallosos utilizables para la consolidación de las carreteras, formación mineral en la Sierra de Pachuca, Hidrogeología, explotación del tequesquite, tectónica, petróleo, depósitos lacustres, fósiles, etc.	Leopoldo Salazar Salinas, Manuel Santillán, Jorge L. Cumming, Colaboración del la Dirección de Estudios Geográficos y Climatológicos
84	Excursión de Tamaulipas	Geológica	1929	Parte central de Tamaulipas, desde la sierra hasta la costa del mar	Abril- mayo	Geología petrolera	Jorge L. Cumming
85	Comisión de Metales Industriales México-Oaxaca	Geológica	1929	Trayecto a lo largo de las vías férreas y las carreteras	Abril-mayo	Estudio de los minerales metálicos industriales y no metálicos	Leopoldo Salazar Salinas Colaboración del Departamento de Industrias
86	Excursión a Tabasco y Oaxaca	Geológica	1929	Tabasco y Oaxaca	3 meses	Geología Petrolera y minerales no metálicos	Federico Müllerried
87	Comisión Minera de Metales a Chihuahua	Geológico	1929	Chihuahua	Octubre-diciembre	Criaderos metálicos	Germán Lozano y Jesús Falomir
88	Comisión Minera Puebla-Tlaxcala	Geológico	1929	Puebla y Tlaxcala	Noviembre	Criaderos no metálicos	Tomás Barrera
89	Comisión Hidrológica de Tamaulipas	Hidrológica	1929	Parte central y meridional de Tamaulipas	Noviembre-diciembre	Hidrología subterránea	Vicente Gálvez y Luis Blásquez
90	Excursión a Puebla-Morelos		1929	Puebla y Morelos		Geología general	Leopoldo Salazar Salinas

subordinados a pequeños manantiales que en ocasiones apenas sirven para abastecer a las bestias de carga. Causa verdadera pena recorrer las planicies costeras por kilómetros y no encontrar en ellas ningún cultivo a pesar de la fertilidad manifiesta de los suelos, solo por la falta absoluta de agua para riego?.

91	Excursión al Estado de México	1929	Estado de México	Geología general	Teodoro Flores
92	Excursión en el Distrito Federal	1929	Ciudad de México	Hidrogeología	Luis Blásquez
93	Excursión geológica Hidalgo	1929	Hidalgo	Geología minera	Manuel Santillán
94	Excursión Hidalgo-México	1929	Hidalgo y Estado de México	Geología minera	Tomas Barrera
95	Excursión a Tlaxcala	1929	Tlaxcala	Geología minera	José Dovalina
96	Excursión a los estados del centro	1929		Hidrogeología	Vicente Gálvez

Fuente: elaboración propia con base en AHIG, cajas 7,10, 28, 29, 30, 31, 237, 247, 398, 442, 443, 451, 452, 453, 454, 464, 466, 467, 468, 469, 481, 516, 522, 525, 526, 527, 528, 529, 531, 534, 535, en proceso de catalogación.

Siglas y abreviaturas

AGN: Archivo General de la Nación

AHIG: Archivo Histórico del Instituto de Geología

AHUNAM: Archivo Histórico de la Universidad Nacional Autónoma de México

CESU: Centro de Estudios Sobre la Universidad

CGM: Comisión Geológica Mexicana

ENI: Escuela Nacional de Ingenieros

FCE: Fondo de Cultura Económica

FEPAI: Fundación para el Estudio del Pensamiento Argentino e Iberoamericano

IGN: Instituto Geológico Nacional

IISUE: Instituto de Investigaciones Sobre la Universidad y la Educación

UAM-I: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa

UIA: Universidad Iberoamericana

UNAM: Universidad Nacional Autónoma de México

Abreviaturas

art.: artículo

ca. (circa): cerca de

comp.: compilador

coord.: coordinador

doc.: documento

ed.: edición

exp.: expediente

f: foja

ff: fojas

lám.: láminas

p.: página

pp.: páginas

s/c: sin clasificación

s/f: sin fecha

s/p: sin páginas

t.: tomo

v: vuelta

vol.: volumen

FUENTES DE CONSULTA

Archivos

Archivo General de la Nación
Archivo Histórico del Instituto de Geología, UNAM
Acervo Histórico del Palacio de Minería
Archivo Histórico de la Universidad Nacional Autónoma de México
Colección Porfirio Díaz, Universidad Iberoamericana
Hemeroteca Nacional de México
Hemeroteca Nacional Digital

Bibliografía

- Aceves Pastrana, Patricia y Adolfo Olea Franco (coord.), *Alfonso Herrera: homenaje a cien años de su muerte*, México, UAM-X, 2002, 245 p. (Biblioteca de Historia de la Farmacia).
- Adams, Frank Dawson, *The birth and development of the geological sciences*, Baltimore, The Williams & Wilkins Company, 1938, 506 p.
- Aguilar, Ángel, *Apuntes acerca del Instituto Geológico Nacional*, Secretaría de Industria y Comercio, Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos, México, Talleres Gráficos de la Secretaría de Comunicaciones, 20 p.
- Aguilar y Santillán, Rafael, *Bibliografía Geológica y Minera de la República Mexicana*, edición del “Boletín Minero”, órgano del Departamento de Minas, México, Tipografía de la Oficina Impresora de la Secretaría de Hacienda, 1918, 78 p.
- Aguilar y Santillán, Rafael, *Bibliografía Geológica y Minera de la República Mexicana correspondiente a los años de 1919 a 1930*, México, Talleres Gráficos de la Nación, Secretaría de la Economía Nacional, 1936, 83 p.
- Aguilera, José G. y Ezequiel Ordóñez, *Estudios hidrológicos de la Cuenca de México. Las aguas del desierto*, México, Oficina Tipográfica de Fomento, 1895, 34 p.
- Aguilera, José G. y Ezequiel Ordóñez, *El Séptimo Congreso Geológico Internacional*, México, Secretaría de Fomento, 1898, 126 p.
- Aguilar, Ángel, *El Instituto Geológico Nacional*, Secretaría de Industria y Comercio. Departamento de Estudios y Exploraciones Geológicas, México, Talleres Gráficos de la Secretaría de Comunicación, 1917, 20 p.
- Almaraz, Ramón, *Memoria acerca de los terrenos de Metlatoyuca, presentada al Ministerio de Fomento por la Comisión exploradora presidida por el ingeniero*, México, Imprenta Imperial, 1866.
- Alsina Calvés, José, *Historia de la Geología. Una introducción*, España, Ediciones de Intervención Cultural, Montesinos, 2006, 230 p.
- Alvarado, Guillermo E. y Percy Denyer (editores), *Karl T. Sapper (1866-1945)*, Costa Rica, Editorial UCR, 2012.

- Álvarez, José Rogelio (director), *Enciclopedia de México*, t. IX, México, 2000.
- Álvarez de la Borda, Joel, *Los orígenes de la industria petrolera en México 1900-1925*, México, PEMEX, Archivo Histórico de Petróleos Mexicanos, 2005.
- Álvarez Muñoz, Evaristo, *Filosofía de las ciencias de la tierra. El cierre categorial de la geología*, Oviedo, Biblioteca Filosofía en español, Fundación Gustavo Bueno, Pentalfa Ediciones, 2004, 352 p.
- Anda, Manuel de, *Informe relativo a la exploración del Distrito de Coalcomán presentado al Sr. Ministro de Fomento por... Jefe de la Comisión nombrada al efecto*, México, Imprenta de la Secretaría de Fomento, 1883, 95 p., 3 planos y 1 lám.
- Argueta Padro, Jorge Quetzal, *La revista Ciencia, 1940-1975. Contribuciones a la ciencia mexicana del siglo XX*, Morelia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Instituto de Investigaciones Históricas, Academia Mexicana de Ciencias, 2010, 267 p.
- Azuela Bernal, Luz Fernanda, “El Instituto Médico Nacional como espacio de legitimación de la medicina mexicana tradicional”, en Patricia Aceves Pastrana (comp.), *Las ciencias químicas y biológicas en la formación de un mundo nuevo*, México, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, 1995, pp. 359-372.
- Azuela, Luz Fernanda, “La institucionalización de las ciencias en México durante el Porfiriato”, en María Luisa Rodríguez Sala e Iris Guevara (coords.), *Tres etapas del desarrollo de la cultura científica tecnológica en México*, UNAM, Instituto de Investigaciones Sociales, 1996, pp. 73-84.
- Azuela Bernal, Luz Fernanda, *Tres Sociedades Científicas en el Porfiriato. Las disciplinas, las instituciones y las relaciones entre la ciencia y el poder*, México, Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y la Tecnología, Universidad Tecnológica de Nezahualcóyotl, Instituto de Geografía, 1996, 217 p.
- Azuela Bernal, Luz Fernanda, *De las minas al laboratorio: la demarcación de la geología en la Escuela Nacional de Ingenieros (1795-1895)*, México, Instituto de Geografía, Facultad de Ingeniería, UNAM, 2005, 186 p.
- Azuela, Luz Fernanda, “Comisiones científicas en el siglo XIX mexicanos: una estrategia de dominio a distancia”, en Eulalia Ribera Carbó, Héctor Mendoza Vargas y Pere Sunyer Martín, *La integración del territorio en una idea de Estado, México-Brasil, 1821-1946*, México, Instituto de Geografía, UNAM, Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora, 2007, pp. 79-100.
- Azuela Bernal, Luz Fernanda, Rodrigo Vega y Raúl Nieto, “Un edificio científico para el Imperio de Maximiliano: El Museo Público de Historia Natural, Arqueología e Historia”, en Celina Lértora, (coord.), *Geografía e Historia Natural: Hacia una historia comparada. Estudio desde Argentina, México, Costa Rica y Paraguay*, Buenos Aires, Ediciones FEPAI, 2009, vol. II, pp. 101-124.
- Azuela, Luz Fernanda y Claudia Morales, “Los proyectos geográficos de la Secretaría de Fomento, del Porfiriato a la Revolución”, en José Omar Moncada Maya y Patricia Gómez Rey (coords.), *El quehacer geográfico: instituciones y personajes (1876-1964)*, México, UNAM, Instituto de Geografía, 2009, pp. 33-48.
- Azuela Bernal, Luz Fernanda, “La ciencia positivista en el siglo XIX mexicano”, en Rosalba Ruiz, Arturo Argueta y Graciela Zamudio (coord.), *Otras armas para la Independencia y la Revolución. Ciencias y Humanidades en México*, México, Fondo de Cultura Económica, 2010, pp. 172-188.
- Azuela Bernal, Luz Fernanda y Lucero Morelos, “Las representaciones mineras en la prensa científica y técnica (1860-1904)”, en Luz Fernanda Azuela Bernal y Rodrigo Vega (coord.), *La geografía y las ciencias naturales en el siglo XIX mexicanas*, México, UNAM, Instituto de Geografía, 2011, pp. 163-177.

- Azuela, Luz Fernanda, “La emergencia de la Geología en el horizonte disciplinario del siglo XIX”, en Jorge Bartolucci (coord.), *La saga de la ciencia mexicana. Estudios sociales de sus comunidades: siglos XVIII al XX*, México, Coordinación de Humanidades, UNAM, 2011, p. 55-77.
- Azuela Bernal, Luz Fernanda y Alejandra Tolentino, “La construcción de un espacio para la divulgación de las ciencias: el Museo Nacional de México en el siglo XIX”, en Luz Fernanda Azuela y María Luisa Rodríguez Sala (coords.), *Estudios históricos sobre la construcción social de la ciencia en América Latina*, México, UNAM, Instituto de Investigaciones Sociales, Instituto de Geografía, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, 2013, pp. 39-60.
- Bailey, E.B., *Geological Survey of Great Britain*, London, 1952.
- Baptista González, David Martín, *La creación de la primera carrera de ingeniero petrolero en la Universidad Nacional*, Tesis de licenciado en historia, UNAM, Facultad de Filosofía y Letras, 2007, 100 p.
- Barajas, Carlos, *Guía de México. Breves apuntes históricos, estaciones, carruajes, hoteles, sociedades científicas, edificios públicos, jardines y paseos, pueblos de los alrededores*, México, Librería de Porrúa Hermanos, 1918.
- Bárcena, Mariano, *Tratado de Geología. Elementos aplicables a la agricultura, a la ingeniería y a la industria*, México, Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento, 1885, 432 p.
- Bárcena, Mariano, *Selvicultura. Breves consideraciones sobre explotación y formación de los bosques. Estudio presentado a la Secretaría de Fomento por... Director del Observatorio Meteorológico Central*, México, segunda edición, Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento, 1897, 46 p.
- Barnes, Barry, *Sobre ciencia*, Editorial Labor, Barcelona, 1987, 150 p.
- Bartolucci, Jorge y Edurne Uriarte, “Apuntes sociológicos para el estudio de las ciencias de la tierra en México. Fundación del Real Seminario de Minería: 1774-1792”, en Jorge Bartolucci (coord.), *La saga de la ciencia mexicana. Estudios sociales de sus comunidades: siglos XVIII al XX*, México, UNAM, 2011, pp. 25-53.
- Bartolucci, Jorge (coord.), *La saga de la ciencia mexicana. Estudios sociales de sus comunidades: siglos XVIII al XX*, México, UNAM, 2011, 321 p.
- Beller, Walter, *et al.*, *El positivismo mexicano*, México, UAM-X, 1985.
- Beltrán, Enrique, “La Dirección de Estudios Biológicos”, en Beltrán, Enrique, *Medio siglo de recuerdos de un biólogo mexicano*, México, Sociedad Mexicana de Historia Natural, 1977, 493 p.
- Bernstein, Marvin D., *The Mexican Mining Industry 1890-1950. A study of the Interaction of Politics, Economics, and Technology*, New York, State University of New York, 1964, 412 p.
- Bolland, Luis, *El goniógrafo. (La Plancheta). Su aplicación práctica para levantamientos topográficos y de la configuración orográfica*, México, Poder Ejecutivo Federal, Departamento de Aprovisionamientos Generales, 1919, 97 p., 12 láminas, 2 tablas, 3 formularios y varias figuras en el texto.
- Bowler, Peter J., *Historia fontana de las ciencias ambientales*, México, Fondo de Cultura Económica, 1998, 467 p.
- Brading, David, *Mineros y comerciantes en el México borbónico*, México, Fondo de Cultura Económica, 1975, 498 p.

- Brambila Paz, Rosa y Rebeca de Gortari, “Los Anales del Museo Nacional”, en Rutsch Mechthild y Mette Marie Wacher (coord.), *Alarifes, amanuenses y evangelistas. Tradiciones, personajes, comunidades y narrativas de la ciencia en México*, INAH, 2004, pp. 243-274.
- Breve noticia de los establecimientos de instrucción dependientes de la Secretaría de Estado y del Despacho de Justicia e Instrucción Pública*, México, Tipografía y Litografía “La Europea” de J. Aguilar Vera y Cía. (S. en C.), 1900.
- Brown, Jonathan C., *Petróleo y Revolución en México*, México, Siglo Veintiuno Editores, 1998.
- Burkart, Joseph, *Aufenthal und Reisen in Mexico in den Jahren 1825 bis 1834, Bemerkungen über Land, Produkte, Leben und Sitten der Einwohner und Beobachtungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Geognosie, Bergbaukunde, Meteorologie, Geographic*, 2 v., Stuttgart, Schweizerbart, 1836.
- Bynum, W.F., E.J. Browne y Roy Porter, *Diccionario de historia de la ciencia*, Barcelona, Herder, 1986, 688 p.
- Cailleux, André, *Historia de la Geología*, Buenos Aires, Eudeba, 1964, 103 p.
- Calderón, Francisco R., “La República Restaurada. La Vida Económica”, en Daniel Cosío Villegas (ed.), *Historia Moderna de México*, cuarta edición, editorial Hermes, México, 1973, pp. 711-742.
- Calvino, Italo, *Colección de arena*, Madrid, Alianza Editorial, 1987, pp. 14-19.
- Capel, Horacio, “El asociacionismo científico en Iberoamérica. La necesidad de un enfoque globalizador”, en Antonio Lafuente, A. Elena y M. L. Ortega (ed.), *Mundialización de la ciencia y cultura nacional*, Madrid, Doce calles, 1993, pp. 409-428.
- Capel, Horacio y Luis Urteaga, *Las Nuevas Geografías*, Barcelona, Salvat Editores, 1991, 96 p.
- Cárdenas Sánchez, Enrique, *Cuando se originó el atraso económico de México. La economía mexicana en el largo siglo XIX, 1780-1920*, Madrid, Editorial Biblioteca Nueva, Fundación José Ortega y Gasset, Colección El Arquero, 2003, 357 p.
- Cardoso, Ciro (coord.), *México en el siglo XIX 1821-1910. Historia económica y de la estructura social*, México, Nueva Imagen, 1992, 525 p.
- Carrera Stampa, Manuel, “José Guadalupe Aguilera 1857-1941”, *Gacetas Históricas*, Congreso Geológico Internacional, XX Sesión, México, 1956, p. 13.
- Castañeda Crisolis, Reyes Edgar, *Los desafíos técnicos y tecnológicos de la expropiación petrolera en México: el papel del Estado y la comunidad científica y tecnológica*, Tesis de Doctor en Historia, UNAM, Facultad de Filosofía y Letras, México, 2011, 344 p.
- Castelazo, José R., *200 años de administración pública en México*, tomo V, vol. 1: *la administración pública en los informes presidenciales, 1824-1920*, Guadalupe Victoria-Venustiano Carranza, México, Instituto Nacional de Administración Pública A.C., 2011.
- Castillo, Antonio del, *Resumen de los trabajos que sobre reconocimientos de criaderos y minas de azogue se practicaron el año de 1844, bajo la dirección de la Junta de Fomento y Administrativa de Minería, formado por..., ingeniero de minas, quien lo dedica a la misma junta, como homenaje del bien que ha procurado a la minería del país, impulsando el laboreo de los criaderos y minas de azogue de nuestro suelo*, México, Imp. de la Sociedad Literaria, 1845, 29 p.
- Castillo, Antonio del, *Discurso pronunciado en la distribución de premios a los alumnos del Colegio Nacional de Minería por el profesor de Mineralogía y Geología*, México, Imprenta del Gobierno, en Palacio, 1868.

- Castillo, Antonio del, *Indicaciones acerca de las Ordenanzas de Minería*, México, Imprenta de Ignacio Escalante y Compañía, 1871.
- Castillo, Antonio del, *Memoria sobre las minas de azogue de América conteniendo el Resumen de los reconocimientos practicados en las de México, y la descripción de las de Alta California y Huancavelica. Con un plano topográfico-geognóstico de San Agustín de Melilla: otro topográfico de la Serranía de Nuevo Almadén: el plano y corte de la mina, y dos láminas de bornos de destilación perfeccionados*, México, Imprenta de Ignacio Escalante y Compañía, 104 p.
- Cervantes Sánchez, Juan Manuel, “Dirección de Estudios Biológicos (1916-1929), en Ana María Román de Carlos (ed.), *La Medicina Veterinaria Mexicana (1853-1985) vista desde sus instituciones*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, 2009, pp. 109-116.
- Coatsworth, John H., *Los orígenes del atraso. Nueve ensayos de historia económica de México en los siglos XVIII y XIX*, México, Alianza Editorial Mexicana, 1990, 265 p.
- Código de Minería de la República Mexicana con el reglamento para la organización de las diputaciones de minería y arancel para el cobro de derechos y honorarios; circulares, decretos y disposiciones relativas a la materia dictadas hasta septiembre 25 de 1889, y la exposición de motivos de la comisión que formó el proyecto del Código de Minería*, Nueva edición revisada por el ingeniero de minas Manuel María Contreras, México, Librería de Ch. Bouret, México, 1891.
- Comisión de Código de Minería, Proyecto de Ley Minera de los Estados Unidos Mexicanos*, Congreso de la Unión, Cámara de Diputados, 15ª Legislatura, México, Oficina Tipográfica de Fomento, 1892.
- Connolly, Priscila, *El contratista de don Porfirio: Obras públicas, deuda y desarrollo desigual*, México, Fondo de Cultura Económica, 1997.
- Contreras Pérez, Gabriela, “La autonomía universitaria: de junio de 1929 a septiembre de 1935”, en Raúl Domínguez Martínez (coord.), *Historia general de la Universidad Nacional siglo XX. De los antecedentes a la Ley Orgánica de 1945*, IISUE, UNAM, 2012, pp. 339-341.
- Cosío Villegas, Daniel (ed.), *Historia Moderna de México*, 10 vols., México, Editorial Hermes, 1955.
- Crespo y Martínez, Gilberto y Eduardo Martínez Baca, *Reseña histórica de la legislación minera en México*, México, Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento, 1901, 74 p.
- Crespo y Martínez, Gilberto, “La Evolución Minera”, en Sierra, Justo (director literario), *México. Su evolución social. Síntesis de la Historia Política, de la Organización Administrativa y Militar y del Estado Económico de la Federación Mexicana; de sus Adelantamientos en el Orden Intelectual; de su Estructura Territorial y del Desarrollo de su Población y de los Medios de Comunicación Nacionales é Internacionales; de sus Conquistas en el Campo Industrial, Agrícola, Minero, Mercantil, Etc., Etc.*, J. Ballezá y Compañía, Sucesor, Editor, México, 1901, t. II, segunda parte, pp. 49-67.
- Crespo y Martínez, Gilberto, *México. Industria Minera. Estudio de su evolución por... para la grande obra “México. Su evolución social” editada y publicada por J. Ballezá y Ca. Sucesores*, México, Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento, 1903, 168 p.
- Cuatáparo, Juan N. y Santiago Ramírez, *Memoria para la Carta Geológica del Distrito de Zumpango de la Laguna, formada por los ingenieros de minas*, Toluca, Imprenta del Instituto Literario, 1875.
- Cuevas Cardona, Consuelo, *Un científico mexicano y su sociedad en el siglo XIX. Manuel Villada, su obra y los grupos de los que formó parte*, Pachuca, UAEH, Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y la Tecnología, 2002, 340 p.

- Cuevas Cardona, Consuelo y Juan José Saldaña, “El Instituto Médico Nacional de México. De sus orígenes a la muerte de su primer director (1888-1908)”, Juan José Saldaña (coord.), *La Casa de Salomón en México. Estudios sobre la institucionalización de la docencia y la investigación científicas*, México, Facultad de Filosofía y Letras, Dirección General de Asuntos del Personal Académico, UNAM, 2005, pp. 218-256.
- Cuevas Cardona, Consuelo y Juan José Saldaña, “La invención en México de la investigación científica profesional: el Museo Nacional (1868-1908)”, Juan José Saldaña (coord.), *La Casa de Salomón en México. Estudios sobre la institucionalización de la docencia y la investigación científicas*, México, Facultad de Filosofía y Letras, Dirección General de Asuntos del Personal Académico, UNAM, 2005, pp. 185-217.
- Cuevas Cardona, María del Consuelo, *La investigación biológica y sus instituciones en México entre 1868 y 1929*, tesis de doctorado en Ciencias, UNAM, México, 2006, 240 p.
- Cuevas Cardona, Consuelo, “Estudios naturalistas de la Secretaría de Fomento: la Sección de Historia Natural de la Comisión Geográfico-Exploradora de México (1882-1915), Celina Lértora Mendoza, (coord.), *Geografía e Historia Natural: hacia una historia comparada. Estudio a través de Argentina, México, Costa Rica y Paraguay*, Ediciones FEPAL, Buenos Aires, 2009, pp. 159-178.
- Cuevas Cardona, María del Consuelo, María del Carmen López Ramírez y Adriana Beatriz Ortiz Quijano, *Naturalistas y biólogos en el estado de Hidalgo 1864-1941*, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca, 2010, 63 p.
- Cuevas Cardona, Consuelo, “La investigación científica coordinada por la Secretaría de Fomento, algunos ejemplos (1853-1914)”, Luz Fernanda Azuela y Rodrigo Vega (coord.), *La geografía y las ciencias naturales en el siglo XIX*, México, Instituto de Geografía, 2011, pp. 81-102.
- Chabert, M.M. de, “Resumen de los Ministros y Oficiales Mayores que ha habido en el Ministerio de Fomento desde su creación hasta la fecha”, en Alberto Robles Gil y Rafael Hernández, *Memoria de la Secretaría de Fomento presentada al Congreso de la Unión por el Secretario de Estado y del Despacho del Ramo Ingeniero Alberto Robles Gil corresponde al ejercicio fiscal de 1911-1912 y a la gestión administrativa del Sr. Lic. Rafael Hernández*, México, Imp. y Fototipia de la Secretaría de Fomento, 1913, pp. 335-340.
- Díaz Lozano, Enrique, “Depósitos diatomíferos en el Valle de Toxi, Ixtlahuaca, Estado de México”, en *Anales del Instituto Geológico de México*, núm. 9, Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo, Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos, México, Secretaría de Gobernación, Dirección de Talleres Gráficos, 1920, 19 p., 5 láminas.
- Díaz Rugama, Adolfo, *Prontuario de leyes, reglamentos, circulares y demás disposiciones vigentes relativas a los diversos ramos administrativos que tiene a su cargo la Secretaría de Fomento, formado por el Jefe de la Sección 1ª ingeniero*, segunda edición corregida y aumentada, México, Eduardo Dublán Impresor, 1896, 341 p.
- Díaz y de Ovando, Clementina, *Anuarios del Colegio Nacional de Minería*, edición facsimilar de la de 1845, 1848, 1859, 1863, México, UNAM, 1994.
- Díaz y de Ovando, Clementina, *La Escuela Nacional Preparatoria. Los afanes y los días 1867-1910*, 2 vols., México, UNAM, Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial, 2006.
- Diccionario Porrúa de Historia, biografía y geografía de México*, México, Editorial Porrúa, 1971, 3ª edición.
- D’Olwer, Luis Nicolau, “Las inversiones extranjeras”, Daniel Cosío Villegas (ed.), *Historia Moderna de México. El Porfiriato. La vida económica, segunda parte*, México, Editorial Hermes, segunda edición, 1974, pp. 973-1185.

- Dosil Mancilla, Francisco Javier y Gerardo Sánchez Díaz (coord.), *Continuidades y rupturas. Una historia tensa de la ciencia en México*, Morelia, Instituto de Investigaciones Históricas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Ciencias, UNAM, 2010, 427 p.
- Dublán, Manuel y José María Lozano, *Legislación Mexicana o Colección completa de las disposiciones legislativas expedidas desde la Independencia de la República mexicana ordenada por los licenciados*, México, edición oficial, 1876-1912, Imprenta y Litografía de Eduardo Dublán y Comp., 52 vols.
- Dupuis, E. (versión castellana de Francisco Gutiérrez Brito), *Alrededor del mundo. Viaje de un niño argelino en torno de la tierra. Libro de lectura para uso de las escuelas primarias con explicaciones sobre la historia, la geografía y las ciencias*, México, Librería de la V^{da}. de Bouret, 1904.
- Duport, Saint Clair, *De la production des métaux précieux au Mexique considérée dans ses rapports avec la géologie, la métallurgie et l'économie politique*, Paris, Chez Firmin Didot Frères, Libraries, Imprimeurs de L'Institut de France, 1843, 426 p.
- Egloffstein, Baron F.W. von, *Contributions to the Geology and the Physical Geography of Mexico, including a geological and topographical map, with profiles, of some of the principal Mining Districts; together with a graphic description of an ascent of the Volcano Popocatepetl*, New York, D. Appleton & Company, 1864, 40 p.
- Escamilla, Francisco Omar, “¿Orictognosia o mineralogía”: la influencia de Abraham Gottlob Werner en el Real Seminario de Minería de México”, Gobierno del Estado de México (ed.), *Plata forjando México*, México, Biblioteca Mexiquense del Bicentenario, 2011, pp. 526-561.
- Escamilla González, Francisco Omar, “Orígenes de la Carrera de Ingeniería Mecánica en México y el Laboratorio de Máquinas Térmicas, hoy Salón Bicentenario: 1867-1924”, en Francisco Omar Escamilla González (coord.), *200 años del Palacio de Minería: su historia a partir de fuentes documentales*, México, UNAM, Facultad de Ingeniería, 2013, pp. 404-449.
- Escamilla González Francisco Omar, “El Primer Laboratorio Mexicano de Ingeniería Civil, hoy Biblioteca Ing. Antonio M. Anza”, en Francisco Omar Escamilla (coord.), *200 años del Palacio de Minería. Su historia a partir de fuentes documentales*, México, UNAM, Facultad de Ingeniería, 2013, pp. 368-389.
- Estatutos de la Asociación Geofísica de México*, México, Imprenta Comercial, 1929.
- Farrera, Agustín, *Prontuario de la ley minera y ley de impuesto a la minería, sus respectivos reglamentos, circulares aclaratorias y disposiciones relativas de los Códigos Civil y de Comercio, por el Lic.*, México, Tipografía T. González Sucesores, 1889.
- Fernández, José Diego, *Petróleo y Carbón de Piedra. Denuncio-Expropiación. Votos producidos por el Académico de Número Lic. José Diego Fernández*, México, Imprenta del Gobierno Federal, 1905, 43 p.
- Fernández Leal, Manuel, *Informe sobre el reconocimiento del istmo de Tehuantepec presentado al gobierno mexicano*, México, Imprenta de Francisco Díaz de León, 1879.
- Fernández Leal, Manuel, *Memoria presentada al Congreso de la Unión por el Secretario de Estado y del Despacho de Fomento, Colonización e Industria de la República Mexicana ingeniero*, correspondiente a los años transcurridos de 1892 a 1896, México, Oficina Tip. de la Secretaría de Fomento, 1897.
- Fernández Leal, Manuel, *Memoria presentada al Congreso de la Unión por el secretario de Estado y del Despacho de Fomento, Colonización e Industria de la República Mexicana, corresponde a los años transcurridos de 1897 a 1900 y a la gestión administrativa del señor ingeniero Don Manuel Fernández Leal*, México, Imprenta y Fototipia de la Secretaria de Fomento, 1908.

- “Fiacro Quijano”, en José Martí, *Obras completas*, Nuestra América 7, La Habana, Editorial de Ciencias Sociales, 1991, p. 86 (tomado de la *Revista Universal*, México, 17 de junio de 1875).
- Figuerola Doménech, J., *Guía General Descriptiva de la República Mexicana. Historia, Geografía, Estadística, etc.*, tomo primero, México/Barcelona, Imprenta de Heinrich y Co., 1899.
- Figueirôa, Silvia, *As ciências geológicas no Brasil: Uma história social e institucional, 1875-1934*, São Paulo, Editora Hucitec, 1997, 270 p.
- Flett, J.S., *The first hundred years of the Geological Survey of Great Britain*, London, 1937.
- Flores, Leopoldo, *La Dirección de Estudios Biológicos. Su organización, fines y resultados alcanzados*, Secretaría de Agricultura y Fomento, Dirección de Estudios Biológicos, México, Talleres Gráficos Herrero Hermanos Sucs., 1924, 80 p.
- Flores, Teodoro, *Carta Geológica de la Baja California, Cartas Geológicas y Mineras de la República Mexicana*, núm. 1, Instituto Geológico de México, México, Talleres “La Impresora”, julio 1931, mapa de escala 1: 2’000,000 con texto explicativo de 22 p.
- Flores, Teodoro, “Alocución por el Ing. Teodoro Flores Director Interino del Instituto”, en *Cincuentenario. Sesión inaugural*, México, Instituto de Geología, Universidad Nacional de México, 1941, 9 p.
- Flores Clair, Eduardo, *Minería, educación y sociedad. El Colegio de Minería, 1774-1821*, México, INAH, Colección Científica, 2000.
- Foucault, Alain y Jean François Raoult, *Diccionario de Geología*, México, Masson Editores, 1985.
- Fouqué, Ferdinand y Michel Lévy, *Memoires pour servir a l’explication de la carte géologique détaillée de la France. Mineralogie micrographique. Roches éruptives francaises*, Paris, 1879.
- Galeana, Patricia, *Tratado McLean-Ocampo. La comunicación interoceánica y el libre comercio*, México, CISAN, UNAM, Editorial Porrúa, 2006, 515 p.
- Galindo y Villa, Jesús, *Reseña histórico-descriptiva de la ciudad de México que escribe, Regidor del Ayuntamiento por encargo del Señor Presidente de la misma corporación D. Guillermo de Landa y Escandón*, México, 1901, Imprenta de Francisco Díaz de León.
- Galindo y Villa, Jesús, *Ciudad de México. Breve guía ilustrada, X Congreso Geológico Internacional*, México, Imprenta y Fototipia de Fomento, 1906, s/p.
- Garay, José de, *Reconocimiento del Istmo de Tehuantepec practicado en los años 1842 y 1843, con el objeto de una comunicación oceánica, por la Comisión Científica que nombró al efecto el empresario D. José de Garay*, México, Imprenta de Vicente García Torres, 1844, 40 p.
- García Corzo, Rebeca Vanesa, *La construcción de las ciencias biológicas en Guadalajara (1840-1925). Aproximación al proceso de institucionalización de la biología loca*, Guadalajara, Universidad de Guadalajara, 2009, 399 p.
- García Corzo, Rebeca Vanesa, “Exploración y apropiación de la naturaleza: viajeros y comisiones científicas en Jalisco durante el siglo XIX”, en Jorge Alberto Trujillo Bretón, Federico de la Torre, Rosa Noemí Moreno Ramos (coord.), *Entre regiones: historia, sociedad y cultura*, Guadalajara, Universidad de Guadalajara, 2010, pp. 207-222.
- García Murcia, Miguel, *Emergencia y delimitación de la antropología física en México. La construcción de su objeto de estudio, 1864-1909*, tesis de maestro en Historia, UNAM, Facultad de Filosofía y Letras, 2008, 236 p.

- García Murcia, Miguel, “La perspectiva naturalista en los estudios mexicanos sobre el ser humano y su entorno geográfico en el siglo XIX”, Luz Fernanda Azuela Bernal y Rodrigo Vega y Ortega (coord.), *La geografía y las ciencias naturales en el siglo XIX mexicano*, México, Instituto de Geografía, UNAM, 2011, pp. 121-142.
- García Murcia, Miguel, *Profesionalización de la antropología física en México: la investigación, las instituciones y la enseñanza (1887-1942)*, tesis de Doctor en Historia, UNAM, Facultad de Filosofía y Letras, 2013, 315 p.
- García de León, Porfirio, “En búsqueda de una imagen para el México del siglo XIX” en *Panoramas de nuestra América. Historia del quehacer científico*, México, Centro coordinador y difusor de estudios latinoamericanos, UNAM, 1993, pp. 63-72.
- Garciadiego, Javier, *Rudos contra científicos. La Universidad Nacional durante la Revolución Mexicana*, México, El Colegio de México, UNAM, 2000.
- Garibay, Francisco, *Estudio de los instrumentos topográficos universales, Tesis presentada al Jurado Calificador, en el examen profesional de Ingeniero Topógrafo e Hidrógrafo por, ex alumno de la Escuela Nacional de Ingenieros, socio de número de la Sociedad Científica “Antonio Alzate”*, México, Oficina Tip. de la Secretaría de Fomento, 1891, 45 p.
- Garner, Paul, *Porfirio Díaz. Del héroe al dictador, una biografía política*, México, Editorial Planeta Mexicana, 2003, 291 p.
- Garner, Paul, *Leones británicos y águilas mexicanas. Negocios, política e imperio en la carrera de Weetman Pearson en México, 1889-1919*, México, Fondo de Cultura Económica, El Colegio de México, El Colegio de San Luis, Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora, 2013, 419 p.
- Gerolt, Friedrich von y Charles de Berghes, *Carta geognóstica de los principales Distritos minerales del Estado de México*, Düsseldorf, 1828.
- Godoy, José F., *Porfirio Díaz. Presidente de México. El fundador de una Gran República*, México, Müller Hermanos, 1910, s/p.
- Gómez Rey, Patricia, *La enseñanza de la geografía en los proyectos educativos del siglo XIX en México*, México, UNAM, Instituto de Geografía, 2003, 157 p. (Temas Selectos de Geografía de México I.1.5).
- Gómez Rey, Patricia, *Las redes de colaboración en la construcción del campo disciplinario de la geografía en la Universidad Nacional Autónoma de México, 1912-1960*, México, UNAM, Instituto de Geografía, 2012, 308 p.
- González, María del Refugio, “La legislación minera durante el siglo XIX”, en *Minería Mexicana*, México, Comisión de Fomento Minero, 1984.
- González Casanovas, Ignacio, Serena Fernández Alonso, William W. Culver, Cornel J. Reinhart, Julio Pinto Vallejos, Steven S. Volk, Inés Herrera Canales, Rina Ortiz Peralta, Cuauhtémoc Velasco Ávila, *Minería americana colonial y del siglo XIX*, México, Colección Científica, INAH, 1994, 174 p.
- González Dávila, Fernando, “El doctor Nicolás León frente al evolucionismo”, en Mechthild Rutsch y Mette Marie Wacher (coord.), *Alarifes, amanuenses y evangelistas. Tradiciones, personajes, comunidades y narrativas de la ciencia en México*, INAH, 2004, pp. 157-200.
- González y González, Luis, *La Ronda de las Generaciones*, México, Clío, El Colegio Nacional, 1997.
- González Oropeza, Manuel, *Los diputados de la Nación*, México, Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, LV Legislatura, Secretaría de Gobernación, 1994.

- González Reyna, Jenaro, “La geología económica de México y la importancia de sus problemas”, *Memoria del Congreso Científico Mexicano*, IV Centenario de la Universidad de México (1551-1951), vol. III, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 1954, pp. 304-316.
- González Reyna, Jenaro, *Riqueza minera y yacimientos minerales de México*, México, XX Sesión, Congreso Geológico Internacional, Banco de México, México, 1956.
- Gortari, Eli de, *La ciencia en la historia de México*, México, Editorial Grijalbo, 1963, 461 p.
- Grothe, Albert, *Adelantos de la minería en México durante el siglo del centenario de Independencia: estudio leído por el señor ingeniero D. Alberto Grothe en representación del Instituto Mexicano de Minas y Metalurgia*, México, Tip. de la Viuda de F. Díaz de León, 1911, 20 p.
- Grothe, Albert y Leopoldo Salazar Salinas, *La industria minera de México*, t. I, Estados de Hidalgo y México, México, Secretaría de Fomento, 1912.
- Guevara Fefer, Rafael, *Los últimos años de la historia natural y los primeros días de la biología en México. La práctica científica de Alfonso Herrera, Manuel María Villada y Mariano Bárcena*, México, UNAM, Instituto de Biología, 2002, (Cuadernos del Instituto de Biología 35).
- Guevara Fefer, Rafael, “La danza de las disciplinas. El Museo Nacional a través de los trabajos y los días de Gumersindo Mendoza”, Mechthild Rutsch y Mette Marie Wachter (coord.), *Alarifes, amanuenses y evangelistas. Tradiciones, personajes, comunidades y narrativas de la ciencia en México*, INAH, 2004, pp. 141-156.
- Guevara Fefer, Rafael, *Ciencia e historia presuntas implicadas. El caso de José Joaquín Izquierdo y Enrique Beltrán, artífices de las ciencias naturales y de la memoria científica nacional*, tesis de doctorado en historia, México, UNAM, Facultad de Filosofía y Letras, 2011, 305 p.
- Guillaumin, Godfrey, “De las teorías a las prácticas científicas: algunos problemas epistemológicos de la nueva “historiografía de la ciencia”, Sergio F. Martínez y Godfrey Guillaumin, *Historia, filosofía y enseñanza de la ciencia*, México, Instituto de Investigaciones Filosóficas, UNAM, 2005, pp. 235-247.
- Haas, János (editor), *Geology of Hungary*, Budapest, Eötvös Loránd University, Geological, Geophysical and Space Science Research Group, Springer, 2012.
- Hall, Linda B., *Bancos, política y petróleo. Estados Unidos y el México Revolucionario (1917-1924)*, México, CONACULTA, 2000.
- Hallam, Anthony, “Neptunistas, vulcanistas y plutonistas”, Jorge Llorente, Rosaura Ruiz, Graciela Zamudio y Ricardo Noguera (comp.), *Fundamentos históricos de la Biología*, UNAM, Secretaría de Desarrollo Institucional, Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial, Facultad de Ciencias, 2008, pp. 243-270.
- Hart, John Mason, *El México Revolucionario. Gestación y proceso de la Revolución Mexicana*, México, Editorial Alianza Mexicana, 1998.
- Harrison, J. M., “Naturaleza y significado de los mapas geológicos”, en C.C. Albritton (ed.), *Filosofía de la Geología*, México/Buenos Aires, Centro Regional de Ayuda Técnica, AID, 1970, pp. 285-293.
- Hermosa, Francisco de P., *Manual de Laboreo de Minas y Beneficio de Metales. Geología, busca de las minas, aguas, trabajos de las minas, metalurgia, análisis químico, código, reglamento y arancel de minería mexicanos, códigos chileno, argentino y peruano de minería*, México, Librería de Ch. Bouret, 1889.

- Herrera, Graciela, “Los ingenieros en la Revolución”, en SEFI (ed.), *Ingenieros en la Independencia y en la Revolución*, México, SEFI, UNAM, 2010, pp. 146-167.
- Herrera, Inés y Eloy González, *Recursos del subsuelo, siglos XVI al XX*, México, UNAM, Editorial Océano, 2004, 156 p. (Colección Historia Económica de México, coordinada por Enrique Semo).
- Hiersemann, Karl W., *Bibliotheca Mexicana. A catalogue of autographs, manuscripts and printed books relating to Mexico containing the library of Baron Friedrich von Gerolt formerly Prussian Minister in Washington and the oficial correspondence of Don José Salazar Ilarregui Minister of State under Maximilian I*, Leipzig, Bookseller and Publiser, 1913, 65 p.
- Hinke, Nina, *El Instituto Médico Nacional. La política de las plantas y los laboratorios a fines del siglo XIX*, México, Coordinación de Humanidades, UNAM, CINVESTAV, IPN, 2011, 225 p. (edición de Laura Cházaro).
- Informes y documentos para la estadística de la minería. Zonas auríferas, criaderos de hierro y de carbón de piedra, minas y haciendas de beneficio abandonadas, causas de decaimiento de la minería en México, y registro de la propiedad minera*, México, Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento, 1886, 158 p.
- Izquierdo, José Joaquín, *La primera cada de las ciencias en México: el Real Seminario de Minería, 1792-1811*, México, Ciencia, 1958.
- Jáuregui de Cervantes, Aurora, *Un científico del porfiriato guanajuatense: Vicente Fernández Rodríguez*, Guanajuato, Ediciones La Rana, 1999, 220 p.
- Jáuregui de Cervantes, Aurora, *Ponciano Aguilar y su circunstancia*, Guanajuato, Ediciones La Rana, 2002, 221 p.
- Katzman, Israel, *Arquitectura del siglo XIX en México*, tomo I, México, Centro de Investigaciones Arquitectónicas, UNAM, 1973, 323 p.
- Kuhn, Thomas S, *La Estructura de las Revoluciones Científicas*, México, Fondo de Cultura Económica, 1971, 319 p. Series Breviarios, vol. 213.
- Kunz Ficker, Sandra (coord.), *Historia económica general de México. De la Colonia hasta nuestros días*, México, El Colegio de México, Secretaría de Economía, 2010, 834 p.
- La crisis monetaria. Estudios sobre la crisis mercantil y la depreciación de la plata hechos por acuerdo del Sr. Presidente de la República en virtud de iniciativa de la Secretaría de Fomento, Colonización, Industria y Comercio*, México, Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento, 1886.
- Lafuente, Antonio, “La ciencia periférica y su especificidad historiográfica”, Juan José Saldaña (coord.), *El perfil de la ciencia en América*, México, SLHCyT, 1987, pp. 31-40 (Cuadernos de Quipu 1).
- Lafuente, Antonio y Nuria Valverde, *Los mundos de la ciencia en la Ilustración española*, Madrid, Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, 2003, 351 p.
- Lafuente, Antonio, *Conferencia: Los amateurs y la ciencia desde la cultura de las maravillas a la rebelión de los legos*, México, UNAM, Facultad de Filosofía y Letras, Aula Magna, 4 de mayo de 2011.
- Landero, Carlos F. de, *Consideraciones sobre industrias químicas que podrían implantarse en México. Memoria leída en la sesión del 7 de junio de 1920 de la Sociedad Científica “Antonio Alzate”*, México, Imprenta Victoria, 1920, 28 p.
- Lanuza, Agustín, *Historia del Colegio del Estado de Guanajuato, la escribió el Licenciado Agustín Lanuza*, M. León Sánchez impresor, 1924.

- Latour, Bruno, *Ciencia en acción: como seguir a los científicos e ingenieros a través de la sociedad*, Barcelona, Editorial Labor, 1992, 287 p.
- Laudan, Rachel, *From Mineralogy to Geology. The foundations of a science 1650-1830*, The University of Chicago Press, Chicago and London, 1987, 285 p.
- Ledesma Mateos, Ismael, *de Balderas a la Casa del Lago. La institucionalización de la biología en México*, México, UACM, 2007, 351 p.
- Leet, L. Don et al., *El mundo de la geología*, México, Editorial Grijalbo, Colección Dina, 1971 (versión al español de Eli de Gortari).
- Legislación Minera Mexicana. Desde 1881 hasta nuestros días*, vol. II, Publicación 12E, México, Consejo de Recursos Naturales No Renovables, Editora “La Prensa”, 1964.
- León López, Enrique, *El Instituto Politécnico Nacional. Origen y evolución histórica*, segunda reimpresión, México, IPN, 2005.
- Leonhard, G. y H.G. Bronn, *Neus Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palaentologie*, Stuttgart, Druck und Verlag von Friedrich Schweizerbart, 1870.
- Ley de Instrucción de las Escuelas Nacional de Ingenieros y de Agricultura. Reglamento de ley*, México, Imp. de la Secretaría de Fomento, 1883.
- Ley Orgánica de la Administración Pública Federal*, México, Presidencia de la República, 1982.
- Lindberg, David C., *Los inicios de la ciencia occidental. La tradición científica europea en el contexto filosófico, religioso e institucional (desde el 600 a.C. hasta 1450)*, Barcelona, 2002.
- López Portillo y Weber, José, *El Petróleo de México*, México, Fondo de Cultura Económica, 1975.
- Lorenzo, José Luis, Zoltan de Cserna e Ismael Herrera, *Las ciencias geológicas y su perspectiva en el desarrollo de México*, México, Ediciones Productividad, 1968, 120 p.
- Lyell, Charles, *Elementos de Geología*, traducidos por Joaquín Ezquerro del Bayo, Madrid, Imprenta de los Artistas, 1847.
- Mantegari, Cristina, “Museos y Ciencias: Algunas cuestiones historiográficas”, Marcelo Montserrat (comp.), *La ciencia en la Argentina entre siglos: textos, contextos e instituciones*, Buenos Aires, Cuadernos Argentinos Manantial, 2000, pp. 297-308.
- Manzano, Teodomiro, *Monografía: Instituto Científico y Literario del Estado de Hidalgo*, Pachuca de Soto, 1978, 67 p.
- Marsiske, Renate, “La Universidad Nacional: 1921-1929”, Raúl Domínguez Martínez (coord.), *Historia general de la Universidad Nacional siglo XX. De los antecedentes a la Ley Orgánica de 1945*, UNAM, IISUE, 2012, pp. 196-198.
- Melville Ker, Annita, *Mexican Government Publications. A guide to the more important publications of the National Government of Mexico, 1821-1936*, Washington, United States Government Printing Office, Library of Congress, 1940, 333 p.
- Méndez, Juan Ramón, *El Tribunal de Minería de la Nueva España*, Tesis de Doctorado en Derecho, México, UNAM, Instituto de Investigaciones Jurídicas, 2012.

- Mijares Palencia, José *El Gobierno Mexicano. Su organización y funcionamiento*, México, Talleres Gráficos de la Nación, 1ª edición, 1936, 345 p.
- Moncada Maya, José Omar, *El ingeniero Miguel Constanzó. Un militar ilustrado en la Nueva España del siglo XVIII*, México, UNAM, Instituto de Geografía, 1994, 357 p.
- Moncada Maya, José Omar, Irma Escamilla Herrera, Gabriela Cisneros Guerrero y Marcela Meza Cisneros, *Bibliografía geográfica mexicana. La obra de los ingenieros geógrafos*, México, UNAM, Instituto de Geografía, 1999 (*Serie Libros*, núm. 1). 259 p.
- Moncada Maya, José Omar, *El nacimiento de una disciplina: la geografía en México (siglos XVI-XIX)*, México, UNAM, Instituto de Geografía, 2003, 131 p. (Temas Selectos de Geografía de México I.1.6).
- Moncada Maya, José Omar, “Milicia y saber. La familia García Conde en el México independiente”, María Luisa Rodríguez-Sala, *Del estamento ocupacional a la comunidad científica: astrónomos-astrólogos e ingenieros (siglos XVII al XIX)*, México, UNAM, Instituto de Investigaciones Sociales, Instituto de Geografía, Instituto de Astronomía, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, 2004, pp. 173-214.
- Morales Rodríguez, Leopoldo y Virginia Guzmán Monroy, “Intervenciones constructivas en la Escuela Nacional de Ingenieros: 1860-1900”, en Omar Escamilla González, *200 años del Palacio de Minería. Su historia a partir de fuentes documentales*, México, UNAM, Facultad de Ingeniería, 2013, pp. 314-363.
- 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, Plaza y Valdés, Secretaría de Cultura de Michoacán, 2012, 356 p.
- Morelos, Lucero, “Comentarios”, *La zona megasísmica Acambay y Tixmadejé, Estado de México, conmovida el 19 de noviembre de 1912*, *Boletín núm. 32*, edición facsimilar de la de 1913, México, Instituto de Geología, UNAM, 2012, pp. G-H.
- Morelos Rodríguez, Lucero, *La vida obra de Antonio del Castillo (1820-1895) y su contribución al conocimiento de las ciencias de la tierra en el siglo XIX*, Morelia, DES Humanidades, Facultad de Historia, UMSNH, SEP, 2013, 220 p. (Colección Tesis Humanidades no. 6).
- Morelos Rodríguez, Lucero, “Las piedras del cielo de la Escuela Nacional de Ingenieros:1893”, Omar Escamilla González (coord.), *200 años del Palacio de Minería. Su historia a partir de fuentes documentales*, México, División de Educación Continua, Facultad de Ingeniería, UNAM, 2013, pp. 450-493.
- Morelos Rodríguez, Lucero y José Omar Moncada Maya, “Las exploraciones geológicas en el marco del X Congreso Geológico Internacional (1906)”, Luz Fernanda Azuela y Rodrigo Vega (coord.), *Naturaleza y territorio en la ciencia mexicana del siglo XIX*, México, 2012, pp. 137-164.
- Morineua, Oscar, *Los derechos reales y el subsuelo en México*, México, Fondo de Cultura Económica, Instituto de Investigaciones Jurídicas, UNAM, 1997.
- Muñoz Lumbier, Baltasar, *Aerolitos de Chihuahua. Ligeros apuntes para servir al estudio de los fierros meteoricos de la República por, ex-alumno de la Escuela E. de Ingenieros de México*, México, Tip. De Horcasitas Hnos., 1880, 19 p., 3 láminas.
- Muñoz Lumbier, Baltasar, *Informe que sobre la Negociación Minera de San Anastasio y Anexas en el Mineral de Morelos, Estado de Chihuahua, rinde el ingeniero de minas*, México, F. Díaz de León, 1891, 14 p.
- Nava Otero, Guadalupe, “La Minería”, en Daniel Cosío Villegas (ed.), *Historia Moderna de México. El Porfiriato. La vida económica, primera parte*, México, Editorial Hermes, segunda edición, 1974, pp. 179-310.

- Nickel, Herbert, *Kaiser Maximilians Kartographien in Mexiko*, Frankfurt Am Main, Vervuert Verlag, 2003, 93 p.
- Nieto Galan, Agustí, *Los públicos de la ciencia. Expertos y profanos a través de la historia*, Madrid, Fundación Jorge Juan, Marcial Pons Historia, 2011, 407 p.
- Nieto Olarte, Mauricio, *Remedios para el Imperio. Historia natural y la apropiación del nuevo mundo*, Bogotá, Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Sociales, CESO, Ediciones Uniandes, 2006, 247 p.
- Nueva Ley de Secretarías de Estado*, México, Imprenta del Diario Oficial, 1917.
- Ordenanzas de Minería y colección de las ordenes y decretos de esta materia posteriores a su publicación a las que van agregadas las reformas de que son susceptibles algunos de los artículos vigentes de las mismas Ordenanza y dos láminas para explicar los métodos más económicos de disfrutar las vetas*, México, Librería de J. Rosa, 1846.
- Ordenanzas de Minería. Comentarios y Legislación Minera hasta 1874*, Publicación 2E, México, Consejo de Recursos Naturales No Renovables, 1961.
- Ordóñez, Ezequiel, *El Instituto de Geología. Datos Históricos*, México, Universidad Nacional de México, Instituto de Geología, 1946, 102 p.
- Orozco, Rafael, *La Industria Minera de México. El Distrito de Guanajuato*, México, México, Dirección de Talleres Gráficos, 1921, 167 p., 2 planos y un perfil.
- Orozco y Berra, Manuel, *Memoria para el plano de la ciudad de México formada de orden del Ministerio de Fomento por el ingeniero topógrafo*, México, Imprenta de Santiago White, 1867.
- Orozco y Berra, Manuel, *Materiales para una Cartografía mexicana*, México, Imprenta del gobierno, 1871.
- Otis Smith, George, *Our Mineral Reserves. How to Make America Industrially Independent, Bulletin 599*, Washington, Government Printing Office, Department of the Interior, United States Geological Survey, 1914, 48 p.
- 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*, corresponde a los años transcurridos de enero de 1883 a junio de 1885, 5 t., México, Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento, 1887.
- Pacheco, Carlos, y Manuel Sánchez Facio, *La controversia de la política de colonización en Baja California*, Mexicali, UABC, 1997.
- Pacheco Méndez, Teresa, *La organización de la actividad científica en la UNAM*, México, CESU, UNAM, 1994.
- Pallares, Jacinto, *Legislación Federal complementaria del derecho civil mexicano*, México, Librería madrileña de J. Buxo, 1898, 116 p.
- Pani, Mario y Enrique del Moral, *La construcción de la Ciudad Universitaria del Pedregal*, vol. XII, México, UNAM, 1979.
- Pavía, Lázaro, *Los Estados y sus gobernantes. Ligeros apuntes históricos, biográficos y estadísticos*, México, Tipografía de las Escalerillas, 1890.
- Pelayo, Francisco, *Las Teorías geológicas y paleontológicas durante el siglo XIX*, Ediciones Akal, Historia de la Ciencia y de la Técnica, 1991.

- Peña, Manuel de la, *El dominio directo del soberano en las minas de México y génesis de la legislación petrolera mexicana*, vol. I, México, Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo, 1928.
- Pérez Rojas, Lucía Mercedes, *El Museo de Geología de la UNAM. Primer museo científico de México con casi un siglo de uso continuo*, tesis de licenciado en Humanidades, Puebla, Universidad de las Américas, 1997, 252 p.
- Pimentel, Juan, *Testigos del mundo. Ciencia, literatura y viajes en la Ilustración*, Madrid, Marcial Pons Historia, 2003, 342 p.
- Quirarte, Vicente, “Apuntes para una cronología literaria de la ciudad de México en el siglo XIX”, en Belem Clark de Lara y Elisa Speckman Guerra (ed.), *La República de las Letras. Asomos a la cultura escrita del México decimonónico*, vol. I, México, UNAM, 2005, pp.165-188.
- Ramírez, Santiago, *Criadero de fierro. Informe presentado por el ingeniero de minas sobre el reconocimiento practicado en el Mineral de Cuítlanapa, Estado de Guerrero*, México, Tipografía Literaria de Filomeno Mata, 1880, 15 p.
- Ramírez, Santiago, *Estudios sobre el carbón mineral*, México, Imprenta de Francisco Díaz de León, 1882.
- Ramírez, Santiago, *Noticia histórica de la riqueza minera de México y de su actual estado de explotación*, México, Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento, 1884.
- Ramírez, Santiago, *Apuntes para un proyecto de Código de Minería. Presentación al Señor Ministro de Fomento General D. Carlos Pacheco*, México, Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento, México, 1884.
- Ramírez, Santiago, *Datos para la historia del Colegio de Minería*, México, Imprenta del Gobierno Federal en el ex Arzobispado, edición facsimilar de la de 1890, México, 1982, SEFI, UNAM).
- Ramírez, Santiago, *Biografía del señor D. Joaquín Velázquez de León*, México, Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento, 1885, 108 p., 1 retrato.
- Ramos, Joaquín M., *Informe relativo a los trabajos ejecutados por la Comisión Exploradora de la Baja California el año de 1884 presentado a la Secretaría de Fomento por el ingeniero de minas, Jefe de la expresada comisión*, México, Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento, 1886.
- Ramos Lara, María de la Paz y Rigoberto Rodríguez Benítez (coord.), *Formación de ingenieros en el México del siglo XIX*, México, UNAM, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, 2007, 172 p.
- Ramos Lara, María de la Paz, *Vicisitudes de la ingeniería en México (siglo XIX)*, México, UNAM, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, 2013, 218 p.
- Randall, Robert W., *Real del Monte. Una empresa minera británica en México*, México, Fondo de Cultura Económica, México, 1986.
- Reales Ordenanzas para la Dirección, Régimen y Gobierno del Importante Cuerpo de la Minería de Nueva España, y de su Real Tribunal General de orden de su majestad*, Madrid, 1783, p. 191; *Memoria que el Secretario de Justicia e Instrucción Pública licenciado Justino Fernández presenta al Congreso de la Unión*, México, Antigua J.F. Jens Sucesores, 1902.
- Río, Andrés Manuel del, *Manual de geología, extractado de la Lethaea geognóstica de Bronn, con los animales y vegetales perdidos, ó que ya no existen, mas característicos de cada roca, y con algunas explicaciones a los criaderos de esta República, para uso del Colegio Nacional de Minería*, México, Imprenta de Ignacio Cumplido, 1841, 66 p.

- 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*, correspondiente al año transcurrido de diciembre de 1876 a noviembre de 1877, México, Imprenta de Francisco Díaz de León, 1877.
- Roauix, Pastor, *Génesis de los artículos 27 y 123 de la Constitución Política de 1917*, Puebla, Gobierno del Estado de Puebla, edición facsimilar de la de 1945, El Colegio de la Frontera Norte, 2010.
- Robles Pezuela, Luis, *Memoria presentada a S.M. el Emperador por el Ministro de Fomento... de los trabajos ejecutados en el ramo el año de 1865*, México, Imprenta de J.M. Andrade y F. Escalante, 1866.
- Rodríguez Benítez, Rigoberto, “La formación de ingenieros en el Colegio Rosales, 1874-1911”, María de la Paz Ramos Lara y Rigoberto Rodríguez Benítez (coord.), *Formación de ingenieros en el México del siglo XIX*, México, CIICH, UNAM, Facultad de Historia, Universidad Autónoma de Sinaloa, 2007, pp. 131-169.
- Rodríguez Kuri, Ariel, *La experiencia olvidada. El Ayuntamiento de México: política y gobierno, 1876-1912*, México, El Colegio de México, Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, 2011, 304 p.
- Román de Carlos, Ana María y Juan Manuel Cervantes Sánchez, “Ministerio de Fomento, Colonización, Industria y Comercio (1853-1914)”, Ana María Román de Carlos (ed.), *La Medicina Veterinaria Mexicana (1853-1985) vista desde sus instituciones*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, 2009, pp. 15-27.
- Rowan, Steve, *The Baron in the Grand Canyon*, Columbia, University of Missouri Press, 2012.
- Rubinovich Kogan, Raúl, M. Levy Aguilera, C. de Luna y C. Block, *José Guadalupe Aguilera Serrano (1857-1941). Datos biográficos y bibliografía anotada*, México, UNAM, Instituto de Geología, 1991, 119 p.
- Rubinovich Kogan, Raúl, “Antonio del Castillo y la Comisión Geológica de México”, *Libro de Resúmenes. III Congreso Latinoamericano y III Congreso Mexicano de Historia de la Ciencia y la Tecnología*, “América en la formación de un mundo nuevo: 500 años de intercambios científicos”, México, del 12 al 16 de enero de 1992, s/p.
- Rubinovich Kogan, Raúl, Héctor Mendoza y María Lozano, *Ezequiel Ordóñez. Vida y obra (1867-1950)*, vol. 1, México, Colegio Nacional, Instituto de Geología, 1998, 315 p.
- Ruiz, Rosaura, Arturo Argueta y Graciela Zamudio (coords.), *Otras armas para la Independencia y la Revolución. Ciencias y humanidades en México*, México, UNAM, UAS, UMSNH, HCH, Fondo de Cultura Mexicana, 2010, 311 p.
- Ruiz Torres, Pedro, “La biografía y los personajes olvidados por la historia”, en Elena Hernández Sandoica y Alicia Langa (eds.), *Sobre la historia actual entre política y cultura*, Madrid, Abada Editores, 2005, pp. 165- 202.
- Rutsch, Mechthild, “Sobre historia de la antropología mexicana: 1900-1929”, en Mechthild Rutsch y Mette Marie Wacher (coord.), *Alarifes, amanuenses y evangelistas. Tradiciones, personajes, comunidades y narrativas de la ciencia en México*, INAH, 2004, pp. 275-292.
- Rudwick, M.J.S., “Objetos fósiles”, en Jorge Llorente, Rosaura Ruiz, Graciela Zamudio y Ricardo Noguera (comp.), *Fundamentos históricos de la Biología*, UNAM, Secretaría de Desarrollo Institucional, Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial, Facultad de Ciencias, 2008, pp. 201-241.
- Sabás Silva, Ana Lilia, *La presencia de la Geografía y la Historia Natural en El Museo Mexicano y El Ateneo Mexicano, 1843-1845*, Tesis de licenciatura en Historia, UNAM, Facultad de Filosofía y Letras, 2010, 214 p.

- Salazar Fiz, Héctor, *Un homenaje a Don Vicente Estrada Cajigal. Primer Gobernador Constitucional de Morelos*, Cuernavaca, Editorial Hirata, 1970.
- Salazar Salinas, Leopoldo, “Apuntes relativos al mineral de Taxco de Alarcón (Estado de Guerrero), *Memorias de la Sociedad Científica “Antonio Alzate”*, t. XVI, México, Imprenta del Gobierno Federal en el Ex-Arzobispado, 1901, pp. 167-177.
- Salazar Salinas, Leopoldo, *Estudio de la veta vizcaína en la parte que se explota en las minas “San Rafael y Anexas”* por Leopoldo Salazar ingeniero de la Negociación, México, José Joaquín Terrazas é Hijo Impresores, 1894, 22 p. Incluye dos croquis a color, escala 1: 3,000.
- Salazar Salinas, Leopoldo, *Algunas observaciones sobre el origen del criadero de fierro de Durango llamado Cerro de Mercado*, México, Talleres Gráficos de la Nación, 1925.
- Salazar Salinas, Leopoldo, *Elementos de Geología para el curso de la Escuela Nacional Preparatoria por el ingeniero de minas y geólogo, ex-director del Instituto Geológico Nacional*, México, Talleres Gráficos de la Nación, 1928.
- Salazar Salinas, Leopoldo, *El Instituto Geológico de México por el ingeniero... (para ser presentado en la Exposición Ibero-Americana de Sevilla-1929)*, Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos, México, Talleres Gráficos de la Nación, 1929, 103 p.
- Salazar Salinas, Leopoldo, *Un año de labores del Instituto de Geología 1930*, Informe Anual, Instituto de Geología, Universidad Nacional de México, Imprenta Mundial Miravalle, 1930, 28 p.
- Salazar Salinas, Leopoldo, *Prólogo de un estudio geológico sobre la Cuenca de México. Trabajo leído ante la Academia Nacional de Ciencias “Antonio Alzate” por su autor. Dedicado al Señor Don Vicente Estrada Cajigal*, México, Imprenta Mundial Miravalle, 1932, 19 p.
- Saldaña, Juan José, “Introducción. Historia de las instituciones científicas en México”, Juan José Saldaña (coord.), *La Casa de Salomón en México. Estudios sobre la institucionalización de la docencia y la investigación científicas*, México, UNAM, Facultad de Filosofía y Letras, Dirección General de Asuntos del Personal Académico, 2005, pp. 9-33.
- Saldaña, Juan José, *Ciudad de México, metrópoli científica. Una historia de la ciencia en situación*, México, Ámatl/Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal, 2012, 599 p.
- Salinas Pineda, Raymundo, *Amanalco. Monografía municipal*, Toluca, Instituto Mexiquense de Cultura, 1999.
- Sánchez Díaz, Gerardo y Eduardo Lomelí Mijangos, *Las contribuciones michoacanas a la ciencia mexicana del siglo XX*, Morelia, UMSNH, Instituto de Investigaciones Históricas, 1996, 396 p.
- Sánchez Mejorada, Carlos, *Notas sobre la evolución y tendencias actuales el derecho minero mexicano. Conferencia sustentada en la sesión del 3 de abril de 1944 en la Academia Mexicana de Jurisprudencia y Legislación correspondiente de la Real de Madrid*, México, 1944.
- Sanchiz, Javier y José Ignacio Conde Díaz Rubín, “La familia Monterde y Antillón en Nueva España. Reconstrucción genealógica (segunda parte)”, *EHN* 33, julio-diciembre 2005, pp. 119-166.
- Santillán, Manuel, *El Instituto Geológico como dependencia de la Universidad Nacional de México*, Instituto de Geología, Universidad Nacional de México, México, 1940, 25 p.
- Saljeant, William A. S., *Geologist and the history of geology. An International Bibliography from the Origins to 1978*, vol. 2, Amo Press, New York Times Company, 1980.

- Secretaría de la Presidencia, *Manual de organización del gobierno federal 1969-1970*, Comisión de Administración Pública, México, 1969.
- Shapin, Steven y Simon Schaffer, *El Leviatán y la bomba de vacío. Hobbes, Boyle y la vida experimental*, Buenos Aires, Universidad de Quilmes 2005, 505 p.
- Simmel, George, *Sobre la individualidad y las formas sociales*, Argentina, Universidad de Quilmes, 2002, 284 p.
- Soberanis, Alberto, “De la curiosidad al examen científico. Viajeros y exploraciones científicas en México durante el siglo XIX”, *Paisaje y otros pasajes mexicanos del siglo XIX en la colección de Museo Soumaya*, México, Asociación Carso, 1998, pp. 13-24.
- Soberanis, Alberto, “Continuidades y discontinuidades. La ciencia durante el Segundo Imperio”, en Francisco Javier Dosil Mancilla y Gerardo Sánchez Díaz (coord.), *Continuidades y rupturas. Una historia tensa de la ciencia en México*, Morelia, Instituto de Investigaciones Históricas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Ciencias, UNAM, 2010, pp. 179-213.
- Sonneschmidt, Friedrich, *Beschreibung der spanischen Amalgamacion oder Verquikkung des in den Erzen verborgenen Silbers, sowie sie bey den Bergwerken in Mexiko gebräuchlich ist*, Gotha, 1810.
- Sonneschmidt, Federico, *Tratado de Amalgamación de Nueva España*, Méjico, Librería de Bossange (Padre), Antoran y Cia., 1825, 160 p.
- Sonneschmidt, Friedrich Targutt, *Tratado de amalgamación de la Nueva España*, edición facsimilar de la de 1825, México, SEFI, 1983.
- Southworth, J.R., *Las Minas de México (edición ilustrada). Historia, geología, antigua minería y descripción general de los estados mineros de la República Mexicana*, edición bilingüe en español e inglés, México, Secretaría de Fomento, 1905, 260 p.
- Staples, Anne, *Bonanzas y borrascas mineras. El Estado de México, 1821-1876*, Zinacantepec, El Colegio Mexiquense, Industrias Peñoles, 1994, 371 p.
- Tamayo Pérez, Luz María Oralia, *La frontera México-Estados Unidos. La conformación de un espacio durante el siglo XIX*, Tesis de Doctor en Geografía, México, UNAM, Facultad de Filosofía y Letras, 1999, 271 p.
- Taton, René, “Las biografías científicas y su importancia en la historia de las ciencias”, en Antonio Lafuente y Juan José Saldaña (coord.), *Historia de las ciencias*, Madrid, CSIC, 1987, pp. 73-85.
- The Mexican National Commission Universal Exposition, *Geological Institute of Mexico*, St. Louis, Mo., 1904, 13 p., 1 map.
- Torre, Federico de la, “Quimera industrial y formación de ingenieros: Jalisco en la segunda mitad del siglo XIX”, María de la Paz Lara Ramos Lara y Rigoberto Rodríguez Benítez (coord.), *Formación de ingenieros en el México del siglo XIX*, México, CIICH, UNAM, Facultad de Historia, Universidad Autónoma de Sinaloa, 2007, pp. 109-130.
- Torre, Federico de la, “De géometras y charlatanes a ingenieros profesionales: los artífices del cambio en Jalisco durante el siglo XIX”, Jorge Bartolucci (coord.), *La saga de la ciencia mexicana. Estudios sociales de sus comunidades: siglos XVIII al XX*, México, Coordinación de Humanidades, Programa editorial Sociedad y Cultura México siglo XXI, UNAM, 2011, pp. 105-132.

- Trabulse, Elías, “Introducción”, en *Historia de la Ciencia en México*, México, Conacyt/Fondo de Cultura Económica, 1983, pp. 15-214.
- Trabulse, Elías, *Historia de la ciencia en México (versión abreviada)*, México, Fondo de Cultura Económica, 1994, 542 p.
- Urbán Martínez, María Guadalupe, *La obra científica del doctor Leopoldo Río de la Loza*, México, UAM, 2000, 277 p.
- Urbina, Fernando, *La cuestión del Petróleo e México considerada desde el punto de vista geológico, económico e industrial, especialmente en lo que se refiere a la intervención gubernamental en la producción petrolera por F. Urbina geólogo*, México, Porrúa Hermanos, Editores, 1915, 68 p.
- Uribe Salas, José Alfredo, “Tecnología Minera y Sistemas de Beneficio en el Siglo de la Independencia”, Sánchez, Gerardo *et al.*, *Ciencia y Tecnología en Michoacán*, Morelia, UMSNH, Coordinación de la Investigación Científica, Instituto de Investigaciones Históricas, 1990, pp. 317-360.
- Uribe Salas, José Alfredo y Lucero Morelos, “Los aportes de Antonio del Castillo y Santiago Ramírez a la institucionalización de la ciencia en México, siglo XIX”, *Actas del XI Congreso de la Sociedad Española de Historia de la Ciencia y de la Técnicas*, t. II, Cádiz, 2006, pp. 779-789.
- Uribe Salas, José Alfredo, “La sociedad geológica mexicana 1904-1912. Un eslabón en la profesionalización de la ciencia en México”, Juan Antonio Pérez Bustamante de Monasterio, José Cándido Martín Fernández, Francisco Javier González González, Enrique Wulff Barreiro, José Francisco Casanueva González, Francisco Herrera Rodríguez, *Actas del IX Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, vol. 2, Cádiz, 2006, pp. 1177-1188.
- Uribe Salas, José Alfredo, “De la aclimatación de la mineralogía al desarrollo de la geología o la promoción de conocimientos para el desarrollo de México, siglo XIX”, Luis Calvo, Girón Álvaro y Puig Samper, Miguel Ángel (editores), *Naturaleza y laboratorio*, Residència d’Investigadors, CSIC-Generalitat de Catalunya, Barcelona, 2013, pp. 117-142.
- Valdivia Moreno, Laura, *Ciencias de la Tierra en México (1846-1906). Teoría y práctica científica*, Tesis de Maestría en historia, UMSNH, Facultad de Historia, 2013, 141 p.
- Vázquez Mantecón, María del Carmen, *La palabra del poder: vida pública de José María Tornel, 1795-1853*, 2a. ed. corregida, México, UNAM, Instituto de Investigaciones Históricas, 2008, 266 p. (Serie Historia Moderna y Contemporánea, 28).
- Vega y Ortega, Rodrigo y Ana Lilia Sabás, “Geografía e Historia Natural en las revistas de México, 1820-1860”, en Luz Fernanda Azuela y Rodrigo Vega, *La geografía y las ciencias naturales en el siglo XIX mexicano*, México, UNAM, Instituto de Geografía, 2011, pp. 51-80.
- Velada que en honor del señor ingeniero de minas D. Manuel María Contreras celebró la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México en el Salón de Actos de la Escuela de Ingenieros, la noche del 22 de abril de 1902. Reseña, discursos y poesía*, México, Oficina Tip. de la Secretaría de Fomento, 1902, 58 p.
- Velasco Ávila, Cuauhtémoc, Eduardo Flores Clair, Alma Laura Parra y Edgar Omar Gutiérrez, *Estado y Minería en México (1767-1910)*, México, Fondo de Cultura Económica, 1988, 455 p.
- Velázquez de León, Joaquín, “Cátedras de Geología y Zoología. Profesor el coronel Joaquín Velázquez de León, día 15 de noviembre de 1845”, en Clementina Díaz y de Ovando, *Anuarios del Colegio Nacional de Minería 1845, 1848, 1859, 1863*, México, UNAM, 1994, edición facsimilar, pp. 38-47.

- Vernet Gines, Juan, *Historia de la Ciencia Española*, Madrid, Instituto de España, Cátedra “Alfonso X el Sabio”, 1975, 312 p.
- Villegas Revueltas, Silvestre, “Compromiso político e inversión: el gobierno de Manuel González”, en Will Fowler, *Gobernantes mexicanos*, México, Fondo de Cultura Económica, 2008, pp. 361-382.
- Villegas Revueltas, Silvestre, “Introducción”, en Silvestre Villegas Revueltas, (introducción y selección de textos), *Antología de textos. La Reforma y el Segundo Imperio (1853-1867). Introducción y selección de textos*, México, UNAM, Coordinación de Humanidades, Instituto de Investigaciones Históricas, 2010, pp. XI-XXXVII (Biblioteca del Estudiante Universitario, 145).
- Virgili, Carmina, *Lyell. El fin de los mitos geológicos*, Ed. Nivola, Tres Cantos, Madrid, 2003.
- Weidner, Fredrick G., *Statistical and Geological Notes accompanying the Map of Sinaloa*, San Francisco, Francis, Valentine & Co., Printers and Engraves, 1882.
- Winchester, Simon, *O Mapa que Mudou o Mundo. William Smith o nascimento da geologia moderna*, Rio de Janeiro, Editora Record, 2004, 412 p.
- Zea, Leopoldo, *El positivismo en México: nacimiento, apogeo y decadencia*, México, FCE, 1993.

Hemerografía

- “Bases”, en *El Universal*, segunda época, t. VIII, núm. 373, México, 24 de abril de 1853, p. 2.
- “Despacho de los ministerios”, en *Archivo Mexicano*, t. II, núm. 6, México, 6 de mayo de 1853, pp. 307-308.
- “Colegio de la Purísima Concepción de Guanajuato”, en *El Mexicano. Periódico bisemanal, dedicado al Pueblo*, t. I, núm. 63, México, 12 de agosto de 1866, pp. 497-498.
- “Introducción”, *Anales del Ministerio de Fomento de la República Mexicana*, t. I, México, Imprenta de Francisco Díaz de León, 1877, pp. 5-6.
- “Nuestro programa”, en *Boletín de la Sociedad Guanajuatense de Ingenieros 1888-1889*, t. I, Tip. de Justo Palencia, Guanajuato, 1889, pp. 1-2.
- “A nuestro lectores”, en *Revista Minera e Industrial. Mining and Industrial Review*, vol. IV, núm. 1, México, 1 de enero de 1891, p. 1.
- “El Instituto Geológico”, en *Revista Minera e Industrial*, vol. IV, núm. 6, México, 5 de febrero de 1891, p. 63.
- “Los trabajos de la Comisión Geológica Mexicana”, en *Revista Minera e Industrial, Económica, Administrativa, Social, Artística y de Viajes*, vol. IV, núm. 22, México, 1 de julio de 1891, p. 256.
- “Carta Geológica de la República”, en *La Voz de México. Diario religioso, político, científico y literario*, t. XXIV, núm. 92, México, 23 de abril de 1893, p. 2.
- “El Citlaltépetl. Algunas observaciones a lo que publicó Mr. J. T. Scowell referente a este volcán”, en *El Tiempo. Diario católico*, año X, núm. 2942, México, jueves 22 de junio de 1893, p. 2.

- “La Carta Geológica de la República”, en *El Minero Mexicano*, t. XXIII, núm. 7, México, jueves 17 de agosto de 1893, p. 81.
- “El Instituto Nacional Geológico”, en *La Patria*, año XXIV, núm. 6,991, México, 4 de marzo de 1900, p. 3.
- “El Instituto Geológico”, en *El Tiempo*, México, 14 de julio de 1900, p. 2.
- “Estado de Hidalgo”, en *La Voz de México*, año XXXII, núm. 44, México, 28 de febrero de 1901, p. 2.
- “Instituto Literario”, en *Periódico Oficial del gobierno del Estado de Hidalgo*, t. XXXVI, núm. 60, Pachuca, 12 de agosto de 1903, p. 2.
- “Ingenieros”, en *Periódico Oficial del gobierno del Estado de Hidalgo*, t. XXXVI, núm. 14, Pachuca, 20 de febrero de 1903, p. 1.
- La Redacción, “Boletín del Diario del Hogar”, en *Diario del Hogar*, año XXII, núm. 111, México, 24 de enero de 1903, p. 1.
- “Un congreso internacional de geología. Su reunión en México”, en *El Diario del Hogar*, año XXII, núm. 108, México, 20 de enero de 1904, p. 2.
- “El Instituto Geológico de México”, en *La Patria*, año XXVIII, núm. 8156, México, 11 de febrero de 1904, p. 2.
- “El Instituto Geológico”, en *La Voz de México*, año XXXV, núm. 86, México, 19 de abril de 1904, p. 2.
- “Fallecimiento”, en *El periódico de las señoras*, México, 30 de mayo de 1906, p. 13.
- “El Sr. Presidente en el Instituto Geológico”, en *El Tiempo*, año XXIV, núm. 7739, México, 5 de agosto de 1906, p. 3.
- “Apertura del Congreso Internacional de Geología”, en *El Imparcial*, t. XXI, núm. 3629, México, 7 de septiembre de 1906, p. 1.
- “La excursión del Congreso Geológico Internacional a su paso por Michoacán”, en *Boletín de la Sociedad Michoacana de Geografía y Estadística*, t. IV, núm. 7, Morelia, 15 de abril de 1908, pp. 98-101.
- “The International Conservation Conference. Special Correspondence”, en *The Engineering and Mining Journal*, vol. LXXXVII, núm. 9, 27 de febrero de 1909, New York, 1909, p. 466.
- “Departamento de geología de la Escuela Nacional de Ingenieros”, en *Boletín Oficial de la Cámara Minera de México*, año 1, núm. 3, México, agosto de 1910, pp. 12 y 14.
- “Méjico será representado en el 12° C. Geológico”, en *El País*, año X, núm. 4323, México, 14 de julio de 1913, p. 4.
- “Obituary. Albert Grothe, 1841-1914”, en *Minutes of the Proceedings*, vol. 198, enero de 1914, p. 345.
- “El Laboratorio de Química del Instituto Geológico Nacional”, en *Boletín Minero. Órgano de la Dirección de Minas y Petróleo. Departamento de Minas*, t. II, núm. 1, 1 de julio de 1916.
- “La Nueva Ley de Secretarías de Estado”, en *Diario Oficial. Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos*, 5ª época, t. VII, núm. 107, México, 31 de diciembre de 1917.

- Gálvez, Vicente, Leopoldo Salazar Salinas, Enrique Díaz Lozano y Antonio Pastor Giraud, “Exploración en la península de Baja California por la Comisión Exploradora del Pacífico (presentado como contingente del Instituto, ante el Primer Congreso Nacional de Geografía)”, en *Boletín 39*, Instituto Geológico de México, México, Talleres Gráficos de la Nación, 1922, 108 p.
- “Ley Orgánica de la Universidad Nacional Autónoma”, en *La Sombra de Arteaga. Periódico Oficial del gobierno del estado de Querétaro*, t. LXII, núm. 36, Querétaro, 5 de septiembre de 1929, p. 397.
- “Ley Orgánica de la Universidad Nacional Autónoma”, en *Diario Oficial. Órgano del gobierno constitucional de los Estados Unidos Mexicanos*, t. LV, núm. 21, México, 26 de julio de 1929, pp. 1-7.
- “Noticias varias”, en *Boletín de la Asociación Geofísica de México*, t. I, núm. 1, México, julio de 1929, Imprenta Comercial, p. 5.
- “Boletín núm. 3 de la Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo, conteniendo orientaciones para mejorar la Industria, Comercio, y en general, la situación económica del país”, en *Periódico Oficial del gobierno constitucional del estado libre y soberano de Oaxaca*, t. XI, núm. 34, Oaxaca, 24 de agosto de 1929, p. 459.
- “Notas”, en *Universidad de México. Órgano de la Universidad Nacional Autónoma de México*, t. I, núm. 1, México, noviembre de 1930-abril de 1931, p. 70.
- “El C. Ángel M. Vázquez Mellado, Gobernador Constitucional Interino del Estado Libre y Soberano de Querétaro Arteaga, a los habitantes del mismo, sabed que”, en *La Sombra de Arteaga. Periódico oficial del gobierno de estado de Querétaro*, t. LXIII, núm. 23, Querétaro, 5 de junio de 1930, pp. 39-40.
- “Palabras iniciales”, en *Universidad de México. Órgano de la Universidad Nacional Autónoma de México*, t. I, núm. 1, México, noviembre de 1930-abril de 1931, pp. 3-6.
- “Instituto de Geología”, en *Universidad de México. Órgano de la Universidad Nacional Autónoma de México*, t. I, núm.1, México, noviembre de 1930-abril de 1931, p. 85.
- “Informe del Rector al H. Consejo Universitario”, en *Universidad de México*, t. IV, núm. 19, México, mayo de 1932, p. 4.
- “Informe del Rector al H. Consejo Universitario en mayo de 1930”, en *Revista Universidad de México*, t. IV, núms. 21-22, México, julio-agosto de 1932, pp. 245-246.
- Aguilar y Santillán, Rafael y Guillermo Beltrán y Puga, “Catálogo de los temblores volcánicos verificados en la República Mexicana formado por los miembros de la Comisión de Geodinámica”, *Memorias de la Sociedad Científica “Antonio Alzate”*, t. IV, México, 1889, pp. 179-191.
- Aguilar y Santillán, Rafael, *Bibliografía Geológica y Minera de la República Mexicana completada hasta el año de 1904*, México, Imprenta y Fototipia de la Secretaría de Fomento, 1908, 330 p.
- Aguilera, José G., “Prólogo” en *Bosquejo Geológico de México. Boletín del Instituto Geológico núms. 4,5 y 6*, México, Oficina Tip. de la Secretaría de Fomento, 1897, pp. 11-15.
- Aguilera, José G., “Antonio del Castillo”, en *Bosquejo Geológico de México, Boletín del Instituto Geológico núms. 4, 5,y 6*, México, Oficina Tip. de la Secretaría de Fomento, 1897, pp. 2-7.

- Aguilera, José G., “Instituto Geológico de México”, en *Boletín de Agricultura, Minería é Industrias publicado por la Secretaría de Fomento, Colonización é Industria de la República Mexicana*, año VIII, núm. 8, febrero de 1899, México, Oficina Tip. de la Secretaría de Fomento, 1899, pp. 65-85.
- Aguilera, José G., “Reseña del desarrollo de la Geología en México”, *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, vol. 1, núm. 1, julio-diciembre de 1904, México, Sociedad Geológica Mexicana, 1905, pp. 35-117.
- Aguilera, José Guadalupe, “Discurso pronunciado en la sesión inaugural por”, en *Anales de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México*, t. XV, México, Imprenta y Fototipia de la Secretaría de Fomento, 1907, pp. 255-258.
- Aguilera, José G., “The Instituto Geologico de Mexico”, *The Engineering and Mining Journal*, vol. LXXXVIII, no. 18, New York, October 30, 1909, pp. 857-859.
- Aguilera, José G. y Ezequiel Ordóñez, “Breve explicación del Bosquejo Geológico de la Republica”, *La Naturaleza*, tomo II, 2ª serie, México, 1897, pp. 385-389.
- Aguilera, José G., Ezequiel Ordóñez y Pedro C. Sánchez, “El Mineral de Pachuca”, *Boletín núms. 7, 8 y 9*, México, Instituto Geológico de México, 1897, 184 p., 14 lám.
- Aguilar y Santillán, Rafael, “Los fierros meteóricos de México y su composición química”, en *Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística*, tomo 9, núm. 2, México, 1919, pp. 375-378, 2 lám.
- Anuario 1931-1932*, Publicaciones de la Universidad Nacional Autónoma, México, Sección Editorial, 1931, pp. 11-13.
- Aragón, Agustín, “Biografía del Sr. Ingeniero D. Manuel Fernández Leal”, en *Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México*, tomo XVII, México, Imprenta y Fototipia de la Secretaría de Fomento, 1910, pp. 219-236.
- Aragón, Agustín, “Necrología. Fallecimiento del Sr. Ingeniero D. Manuel Fernández Leal”, en *Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México*, t. XVII, México, 1910, México, Imprenta y Fototipia de la Secretaría de Fomento, pp. 237-240.
- Arenas, Pascual, “Descripción geológica y mineralógica del mineral del Fresnillo por el profesor de explotación de la Escuela práctica del Colegio de Minería”, en *Anales mexicanos de ciencias, literatura, minería, agricultura, artes, industria y comercio en la República mexicana, por una reunión de personas dedicadas a estos ramos, que desean dar a conocer mejor su país en el extranjero con verdad y exactitud y promover entre sus compatriotas la mayor ilustración basada en la verdadera moralidad*, México, Imp. de Andrade y Escalante, 1860, pp. 285-339.
- Azuela, Luz Fernanda y Rafael Guevara Fefer, “La ciencia en México en el siglo XIX: una aproximación historiográfica”, *Asclepio. Revista de Historia de la Medicina y de la Ciencia*, vol. L, núm. 2, Madrid, CSIC, 1998, pp. 77-105.
- Azuela, Luz Fernanda, “La Geología en México en el siglo XIX: entre las aplicaciones prácticas y la investigación básica”, *Revista Geológica de América Central*, No. 41, Costa Rica, 2009, pp. 99-110.
- Bain H.F., John Mason Clarke and William Bullock Clarck, “What should appear in the report of a state geologist?”, *Economic Geology*, vol. 1, 1906, p. 484-498.
- Bárcena, Mariano, “Aplicaciones de la Geología. Introducción al estudio de la Litología que se practica en la Escuela Nacional de Agricultura bajo la dirección del profesor”, en *Revista Científica Mexicana*, 1880, t. I, núm. 5, México, Tipografía Literaria de Filomeno Mata, abril de 1880, pp. 16-18.

- Bárcena, Mariano, “Contestación a las observaciones de la carta anterior”, en *La Naturaleza*, t. VII, 1885-1886, pp. 286-288.
- Bárcena, Mariano, “Nuevos datos acerca de la antigüedad del hombre en el Valle de México”, en *La Naturaleza*, t. VII, 1885-1886, pp. 265-270.
- Bárcena, Mariano, “Notice of some human remains found near the City of Mexico”, *The American Naturalist*, vol. XIX, no. 8, Chicago, August, 1885, pp. 739-744, 2 lám.
- Bárcena, Mariano, “The fossil man of Peñon Mexico”, *The American Naturalist*, vol. XX, no. 7, July 1886, pp. 633-635.
- Bazant, Mílada, “La enseñanza y la práctica de la ingeniería durante el Porfiriato”, en *Historia Mexicana*, vol. 33, no. 3, México, 1984, pp. 254-297.
- Beatty, Edward, “Visiones del futuro: la reorientación de la política económica en México, 1867-1893”, *Signos Históricos*, núm. 10, julio-diciembre, 2003, pp. 38-56.
- Beltrán, Enrique, “El panorama de la ciencia en México”, Suplemento “México en la Cultura”, *Novedades*, 5 de junio de 1949, p. 6.
- Blanco, Mireya y José Omar Moncada Maya, “El Ministerio de Fomento, impulsor del estudio y el reconocimiento del territorio mexicano (1877-1898)”, en *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*, Universidad Nacional Autónoma de México, abril, 2011, pp. 74-91.
- Boletín de la Exposición Mexicana en la Internacional de París*, t. I, México, Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento, 1888.
- Boletín Mensual de la Oficina de las Repúblicas Americanas*, Unión Internacional de Republicas Americanas, vol. II, núm. 1, julio, 1899.
- Boletín Mensual de la Oficina de las Repúblicas Americanas*, Unión Internacional de Republicas Americanas, vol. II, núm. 5, noviembre de 1899.
- Boletín Mensual de la Oficina de las Repúblicas Americanas, Unión Internacional de Repúblicas Americanas*, vol. VIII, núm. 2, febrero 1900.
- Boscoe, Francis P., “The insanities of an Exalted Imagination”: The Troubled First Geological Survey of Pennsylvania”, *The Pennsylvania Magazine of History and Biography*, vol. CXXVII, no. 3, July 2003, pp. 291-308.
- Böse, Emil, “Karl Alfred von Zittel”, en *Revista Científica y Bibliográfica de la Sociedad Científica “Antonio Alzate”*, núms. 7-10, México, Imprenta del Gobierno Federal en el Ex-Arzobispado, 1903-1904, pp. 25-27.
- Brianta, Donata, “Education and Training in the Mining Industry, 1750-1860: European Models and the Italian Case”, en *Annal of Science*, vol. 57, no. 3, 2000, pp. 267-300.
- Buelna, R.F., “Informe que el Sr. Buelna ha rendido sobre las expediciones que conforme al programa adoptado por la Comisión Geológica, se encomendaron a dicho señor en diversas regiones de los Estados de Sonora y Sinaloa, en *Boletín de Agricultura, Minería e Industria publicado por la Secretaría de Fomento, Colonización, Industria y Comercio de la República Mexicana*, año IV, núm. 2, agosto de 1894, México, Oficina Tip. de la Secretaría de Fomento, 1894, pp. 147-153.

- Buelna, R.F., “Informe sobre criaderos auríferos de la Sierra de Baos”, en *Boletín de Agricultura, Minería e Industrias publicado por la Secretaría de Fomento, Colonización e Industria de la República Mexicana*, año III, núm. 7, enero de 1894, México, Oficina Tip. de la Secretaría de Fomento, 1894, pp. 237-239.
- Castillo, Antonio del, “Ojeada sobre algunos conocimientos útiles al minero”, en *El Siglo Diez y Nueve*, año II, núm. 686, segunda época, México, 12 de septiembre de 1843, p. 3.
- Castillo, Antonio del, “Discurso pronunciado por el señor ingeniero de minas D. Antonio del Castillo, Presidente de la Sociedad, en la sesión inaugural verificada el día 6 de septiembre de 1868”, en *La Naturaleza*. Periódico científico de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, tomo I, años de 1869 y 1870, México, 1870, pp. 1-5.
- Castillo, Antonio del, “Ciencias”, *El Minero Mexicano*, núm. entero 856, México, Jueves 16 de julio de 1891, tomo XVIII, núm. 24, p. 280.
- Castillo, Antonio del, “Catálogo descriptivo de los meteoritos”, en *La Naturaleza*, tomo I, 2a serie, México, 1891, p. 378-392.
- Castillo, Antonio y Mariano Bárcena, *Antropología mexicana. El Hombre del Peñón. Noticia sobre el hallazgo de un hombre prehistórico en el Valle de México*, Tipografía de la Secretaría de Fomento, 1885, 20 p., 3 láminas; *La Naturaleza*, t. VII, 1885-1886, pp. 258-264.
- Catalá Gorgues, Jesús y Ana Carneiro, “Like birds of a feather: the cultural origins of Iberian geological cooperation and the European Geological Map of 1896”, en *British Journal of History of Science*, 2011, pp. 1-32.
- Compte Rendu de la Xème Session Congrès Géologique International*, México, 1906, vol. 1, Imprenta y Fototipia de la Secretaría de Fomento, 1907.
- Congrès Géologique International, Compte Rendu de la 4me Session, 1888*, Londres, 1891.
- Congrès Géologique International, Compte Rendu de la 5me Session 1891*, Washington, 1893.
- Cserna, Zoltan de, “La evolución de la geología en México (1500-1929)”, en *Revista del Instituto de Geología*, vol. 9, núm. 1, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 1990, pp. 1-20.
- Cuevas Cardona, María del Consuelo y Carmen López Ramírez, “Cambios de gobierno en la vida de un botánico mexicano: Maximino Martínez (1888-1964)”, en *Historia Mexicana*, vol. LVIII, núm. 3, enero-marzo, 2009, México, El Colegio de México, pp. 973-1004.
- Dean, Dennis R., “The Word Geology”, en *Annals of Science*, no. 36, 1979, pp. 35-43.
- Diario Oficial*, t. XIX, núm. 152, México, martes 25 de diciembre de 1888, p. 2.
- Diario Oficial del Supremo Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos*, t. XX, núm. 145, México, martes 18 de junio de 1889, p. 3.
- Diario Oficial. Órgano del Gobierno Provisional de la República Mexicana*, t. V, 4ª época, núm. 87, México, 14 de abril de 1917.
- Díaz, Porfirio, “Discurso del Ciudadano Presidente de la República, al abrirse el tercer periodo de sesiones del 16º Congreso de la Unión, el 16 de septiembre de 1893”, en *Diario de Derecho, Legislación y Jurisprudencia*, colección t. XLI, año XXI, núm. 62, México, 28 de septiembre de 1893, p. 1.

Díaz, Porfirio, “Discurso del C. Presidente de la República, al abrirse el cuarto periodo de sesiones del 16º Congreso de la Unión el 1º de abril de 1894”, en *El Foro. Diario de Derecho, Legislación y Jurisprudencia*, colección t. XLII, año XXII, núm. 63, México, 5 de abril de 1894, pp. 250-251.

El Observador Judicial y de Legislación. Periódico que contiene todas las leyes y decretos dados por el Excmo. Señor Presidente Provisional D. Antonio López de Santa-Anna, desde la época de nuestra regeneración política. Establecido a impulso del Excmo. Señor Ministro de Justicia e Instrucción Pública, Don Cipriniano del Castillo, t. IV, México, Imprenta de Vicente García Torres, 1843.

Enciso de la Vega, Salvador, “Antecedentes históricos de las escuelas de minas y geología en México”, en *Geomimet*, núm. 73, 2ª época, 1975, pp. 38-45.

Enciso de la Vega, Salvador, “Breve reseña histórica del Instituto de Geología de la UNAM”, en *La Gaceta Geológica. Órgano informativo de la SGM*, vol. V, no. 28, noviembre-diciembre 1979, México, pp. 18-21.

Enciso de la Vega, Salvador, “Algunos datos para la cronología de la minería y geología en México”, en *Geomimet*, núm. 104, 3ª época, marzo-abril 1980, pp. 63-72.

Enciso de la Vega, Salvador, “Creación y evolución del Instituto de Geología de la UNAM”, en *Ciencia y desarrollo*, vol. XIV, núm. 81, Julio-Agosto 1988, México, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, pp. 41-47.

Enciso de la Vega, Salvador, “El Instituto de Geología de la UNAM y Algunos de sus Antecedentes Históricos”, en *Geomimet*, XVI época, Julio-Agosto 1989, núm. 160, México, pp. 17-32.

Enciso de la Vega, Salvador, “Bosquejo histórico de la mineralogía mexicana”, en *Geomimet*, núm. 196, 22ª época, julio-agosto 1995, pp. 48-55.

Figueirôa, Silvia, “Geological surveys in the tropics: The Brazilian experience (1875-1934)”, en *Earth Science History*, vol. 26, num. 1, 2007, pp. 151-171.

Flores, Teodoro, “Oración fúnebre pronunciada ante el cadáver del Ing. Juan D. Villarello, el 26 de agosto de 1945, en el Panteón Español, por el Sr. Ing. Teodoro Flores, [decano del Instituto Geológico de México]”, en *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, vol. XII, núm. único, México, 1946, pp. 58-80.

Gálvez, Vicente, “Apuntes sobre la importancia de los estudios hidrológicos en la República Mexicana”, en *Boletín Minero. Órgano del Departamento de Minas de la Secretaría de Industria y Comercio*, t. IV, núm. 2, México, 1 de agosto de 1917, pp. 121-125.

Gálvez, Vicente, “Los buscadores de agua”, en *Folleto de Divulgación*, núm. 9, octubre de 1922, México, Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos, 9 p.

García Martínez, Bernardo, “La Comisión Geográfico-Exploradora”, en *Historia Mexicana*, vol. XXIV, núm. 4, abril-junio 1975, pp. 485-555.

Gómez-Caballero, José Arturo, “Historia e índice comentado del Boletín del Instituto de Geología de la UNAM”, *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, volumen conmemorativo. Aspectos históricos de la geología en México, volumen conmemorativo del centenario. Aspectos históricos de la Geología en México, tomo LVII, núm. 2, México, 2005, pp. 149-185.

González, Enrique Mario, “Necrología del Sr. Ing. Juan D. Villarello por Enrique M. González, Secretario del Instituto de Geología y Miembro de la Sociedad Geológica Mexicana”, en *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, vol. 12, núm. único, México, 1946, pp. 59-67.

- Gortari Rabiela, Rebeca de, "Educación y conciencia nacional: los ingenieros después de la revolución Mexicana", en *Revista Mexicana de Sociología*, vol. 49, no. 3, julio-septiembre de 1987, pp. 123-141.
- Guevara Fefer, Rafael, "El positivismo en el aula. El Instituto Científico Literario de Toluca y la Historia Natural", en Enrique González González y Leticia Pérez Puente (coord.), *Permanencia y cambio. Universidades hispánicas 1551-2001*, México, UNAM, Centro de Estudios sobre la Universidad, Facultad de Derecho, 2005, pp. 223-238.
- Guild, F.N., "El Instituto Geológico de México", en *The American Geologist*, vol. 36, no. 5, noviembre de 1905, Minneapolis, The Geological Publishing Co., 1905, pp. 293-296, 1 pl.
- Guntau, Martin, "The emergence of Geology as a scientific discipline", en *History of Science*, vol. XVI, 1978, p. 280-290.
- Hake, Benjamin Franklin, "Memorial to Robert Hastings Palmer (1882-1948), en *Proceedings of the Geological Society of America* 1949, New York, junio de 1950, pp. 211-212.
- Herrera, Alfonso L., "El Hombre Prehistórico de México", en *Memorias de la Sociedad Científica Antonio Alzate*, vol. VII, 1893-1894, pp. 17-56, 2 láminas.
- Informes de la XX Sesión, historia, generalidades, listas de miembros, asamblea general, consejo, bureau, Congreso Geológico Internacional*, México, 1956, International Geological Congress, 1959, 434 p.
- Instituto Geológico Nacional, "Catálogo geográfico de las especies minerales de México y sus aplicaciones industriales", en *Boletín del Instituto Geológico* 40, Secretaría de Educación Pública, Dirección de Talleres Gráficos, México, 1923, 290 p.
- Instituto Geológico Nacional, "Catálogo geográfico de las especies minerales de México", en *Boletín del Instituto Geológico* 41, México, 1923, 152 p.
- Kirk, Howard M., "Memorial: Robert Hastings Palmer (1882-1948), en *Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists*, vol. 33, January-December 1949, pp. 1313-1315.
- Klein, Ursula, "The Prussian Mining Official Alexander von Humboldt", en *Annals of Science*, vol. 69, no. 1, January 2012, pp. 27-68.
- Klein, Ursula, "Artisanal-scientific Experts in Eighteenth-century France and Germany", en *Annals of Science*, vol. 69, no. 3, July 2012, pp. 303-306.
- Klein, Ursula, "Savant Officials in the Prussian Mining Administration", en *Annals of Science*, vol. 69, no. 3, July 2012, pp. 349-374.
- Korzujín, Juan, "Nueva carrera en la Facultad Nacional de Ingenieros", en *Revista Ingeniería. Órgano de la Facultad de Ingenieros de la Universidad Nacional*, año I, no. 2, México, 1927, pp. 14-15.
- Laguerenne, Teodoro Luis, "Informe que rinde la Secretaría de Fomento el Ingeniero de Minas como resultado de su exploración a los criaderos metalíferos de la Sierra del Estado de Guerrero", en *Anales del Ministerio de Fomento de la República Mexicana*, tomo VII, México, F. Díaz de León, 1882, pp. 605-687.
- La Redacción, "Los Sres. Ingenieros D. Luis de Anda y D. Fortino Paredes", *El Minero Mexicano*, vol. X, núm. 29, México, 13 de septiembre de 1883, pp. 337-339.

- La Redacción, “El Sr. D. Manuel de Anda”, *El Minero Mexicano*, vol. X, núm. 31, México, 17 de septiembre de 1883, pp. 361-363.
- Laur, M.P., “De la métallurgie de l’argent au Mexique”, *Annales de Mines*, 6ème. Serie, t. XX, Paris, 1871, pp. 38-317.
- Lempérière, A., “La formación de las élites liberales en el México del siglo XIX: Instituto de ciencias y artes de Oaxaca”, en *Secuencia*, no. 30, 1994, pp. 57-94.
- Lisson, Carlos, “Microlitología o Aplicaciones del microscopio a la ingeniería”, en *El Ateneo. Órgano del Ateneo de Lima*, t. III, núm. 16, Perú, septiembre 1900, pp. 243-271.
- López Monroy, Pedro, “Exploraciones Geológicas”, en *El Minero Mexicano*, t. VI, núm. 5, México, 31 de octubre de 1878, pp. 49-51.
- López Ramos, Ernesto, “Breve reseña histórica de las Cartas geológicas mexicanas”, en *Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros*, vol. XXII, núms. 5-12, México, mayo-diciembre, 1970, pp. 99-106.
- López Ramos, Ernesto, “Contribución a la historia de la geología en México”, en *Sociedad Geológica Mexicana*, vol. 49, núms. 1-2, México, 1988, pp. 3-18.
- Lundgreen, Peter, “Engineering Education in Europe and the U.S.A., 1750-1930: The Rise to Dominance of School Culture and the Engineering Professions”, en *Annals of Science*, vol. 47, no. 3, 1990, pp. 33-75.
- Maldonado Koerdell, Manuel, “Naturalistas extranjeros en México”, en *Historia Mexicana*, vol. 2, no. 1, julio-septiembre, México, El Colegio de México, 1952, pp. 98-109.
- Maldonado Koerdell, Manuel, “La Commission Scientifique du Mexique, 1864-1869”, en Enrique Beltrán (ed.), *Memorias del Primer Coloquio Mexicano de Historia de la Ciencia*, México, Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y la Tecnología, 1964, pp. 239-247.
- Marcou, Jules y John Belknap Marcou, “Mapoteca geológica americana. A catalogue of Geological Maps of America (North and South) 1752-1881. In Geographic and chronologic order”, en *Bulletin of the United States Geological Survey*, no. 7, Washington, Government Printing Office, 1884, 184 p.
- Martínez Baca, Eduardo, “Reseña histórica de la legislación minera en México”, en *Anales de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México*, t. X, México, Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento, 1902, pp. 166-226.
- Martínez Portillo, “Necrología Dr. Rafael Aguilar y Santillán”, en *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, vol. 10, núm. 9, México, 1938, pp. 250-256.
- Martínez Portillo, Jesús, “Bibliografía geológico-minera relativa a los estudios realizados por el Sr. Ing. Juan D. Villarello, desde 1894-1931. Compilada por Jesús Martínez Portillo, Bibliotecario del Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma y M.F.S.G.M.”, en *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, vol. XII, núm. único, México, 1946, pp. 69-77.
- Maza, Francisco, “Reseña de los ministros y oficiales mayores que ha habido en el Ministerio de Fomento desde su creación hasta la fecha”, en *Anales del Ministerio de Fomento de la República Mexicana*, t. I, México, Imprenta de Francisco Díaz de León, 1877, pp. 379-385.
- Monges López, Ricardo, “La geofísica aplicada a la minería y al petróleo”, *Boletín de la Asociación Geofísica de México*, tomo I, núm. 2, agosto de 1929, pp. 32-36.

- “Notas bibliográficas”, *Monthly Bulletin. Bureau of the American Republics, International Unión of American Republics (Boletín Mensual de la Oficina de las Repúblicas Americanas, Unión Internacional de Repúblicas Americanas)*, vol. VII, núm. 1, July, 1899, pp. 90-94.
- Moro, Cayetano, “Reconocimiento del istmo del Tehuantepec. Practicado en los años 1842 y 1843, con el objeto de una comunicación oceánica, por la comisión científica que nombró el empresario D. José de Garay”, en *El Ateneo Mexicano*, t. I, 1844, pp. 321- 357.
- Müllerried, F.K.G., “Carlos Burckhardt, 1869-1935. Nota necrológica”, en *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, t. IX, núm. 1, México, 1936, pp. 23-29.
- Muñoz Lumbier, Manuel, “Urge hacer el estudio de los recursos naturales de las islas mexicanas”, en *Boletín Minero. Órgano del Departamento de Minas de la Secretaría de Industria y Comercio*, t. IV, núm. 1, México, 1 de julio de 1917, pp. 3-5.
- Muñoz Lumbier, Manuel, “Algunos datos sobre las islas mexicanas para contribuir al estudio de sus recursos naturales”, en *Anales del Instituto Geológico de México*, núm. 7, Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo, Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos, México, Imprenta de Aprovisionamientos Generales, Dirección de Talleres Gráficos, 1919, 56 p., 9 láminas.
- Muñoz Lumbier, Manuel, “Descripción histórica de la Red Sismológica Nacional”, en *Boletín del Instituto del Instituto de México* 18, México, Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo, Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos, Poder Ejecutivo Federal, Departamento de Aprovisionamientos Generales, Dirección de Talleres Gráficos, 1919, 69 p.
- Newberry, John S., “Antropología. Discusiones acerca del Hombre del Peñón”, en *La Naturaleza*, t. VII, 1885-1886, pp. 284-285 (Carta al editor de “La Tribuna”).
- O’Connor, J.G. y A.J. Meadows, “Specialization and professionalization in British geology”, en *Social studies of science*, vol. 6, 1976, pp. 77-89.
- Ordóñez, Ezequiel, “Las rocas eruptivas del S.O. de la Cuenca de México”, en *Boletín 2*, Instituto Geológico de México, México, 1895, 56 p., 21 láminas.
- Ordóñez, Ezequiel, “Note sur les gisements d’or du Mexique”, en *Memorias de la Sociedad Científica “Antonio Alzate”*, t. XI, 1897, México, 1898, pp. 217-240.
- Ordóñez, Ezequiel, “El Jorullo”, (traducido del francés por el Sr. Dr. Manuel Martínez Solórzano), en *Boletín de la Sociedad Michoacana de Geografía y Estadística*, t. II, 1906; t. III, 1907; t. IV, núms. 10, 12, 13, 14; t. V, 1910-1911, Morelia.
- Ordóñez, Ezequiel, “Discurso pronunciado por el Sr. Ing. Don Ezequiel Ordoñez, Director del Instituto Geológico, en la velada científica que tuvo lugar en la Cámara de Diputados el día 6 de septiembre de 1916, con motivo de la distribución de premios a los vencederos del concurso Fomento”, en *Boletín Minero*, t. II, núm. 8, México, 15 de octubre de 1916, pp. 441-446.
- Ordóñez, Ezequiel, “Discurso de apertura del nuevo año social de la Sociedad Geológica Mexicana, pronunciado la noche del martes 20 de febrero de 1940 por el Sr. Ing... presidente de la Sociedad Geológica Mexicana”, en *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, tomo XI, núm. 7, 1944, pp. 113-121.
- Palmer, R.H., “Geology of eastern Hidalgo and adjacent parts of Vera Cruz, Mexico”, en *Bulletin of American Association of Petroleum Geologist*, v. 11, no. 12, 1927, pp. 1173-1220.

- Palmer, R.H., "Geology of southern Oaxaca, México", en *Journal of Geology*, v. 36, no. 8, November-December 1928, pp. 718-734.
- Paredes, Trinidad, "El Instituto Geológico Nacional", en *Boletín Minero*, t. IV, núm. 5, México, 1 de noviembre de 1917, pp. 471-486.
- Paredes, Trinidad, "Memoria relativa al objeto, historia y desarrollo del Instituto Geológico Nacional, por el Ingeniero de Minas, M.S.A.", *Memorias de la Sociedad Científica "Antonio Alzate"*, t. 35, 1914-1916, México, Departamento de Aprovechamientos Generales/Dirección de Talleres Gráficos, México, 1920, pp. 21-50.
- Pettijhon, F.J., "Memorial of Albert Johannsen", en *The American Mineralogist*, vol. 48, March-April, 1963, pp. 454-459.
- Ramírez, Santiago, "La Carta Geológica de la Tierra", en *El Minero Mexicano*, t. II, núm. 50, México, 25 de marzo de 1874, pp. 622-623.
- Ramírez, Santiago, "Combustibles minerales", en *El Mexicano. Periódico bisemanal, dedicado al Pueblo*, tomo I, núm. 48, México, 21 de junio de 1866, p. 377.
- Ramírez, Santiago, "Informe que como resultado de su exploración en la Sierra Mojada rinde al Ministerio de Fomento el ingeniero de minas", en *El Minero Mexicano*, t. VII, núm. 17, México, 24 de junio de 1880, pp. 198-202.
- Ramírez, Santiago, "El Cuestionario Minero de la Secretaría de Fomento", en *El Minero Mexicano*, tomo IX, núm. 30, México, 21 de setiembre de 1882, pp. 349-351.
- Ramírez, Santiago, "El Sr. D. Joaquín Velázquez de León", en *El Minero Mexicano*, t. VIII, núm. 50, México, 9 de febrero de 1882, pp. 595-600.
- Ramírez, Santiago, "Elogio fúnebre del profesor Don Mariano de la Bárcena, Secretario perpetuo de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales leído por el Académico numerario Don Santiago Ramírez, en la sesión ordinaria del 3 de julio de 1899", en *Anuario de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales correspondiente de la Real de Madrid*, Año V-1899, México, Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento, 1901, pp. 59-83 (1 retrato).
- Rivero, Joaquín L., "Descripción de la Cuarta Reunión del Congreso Internacional Geológico, en Londres, en Setiembre de 1888, por un miembro del mismo", en *Anales de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México*, t. III, México, Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento, 1892, pp. 20-28.
- Rouaix, Pastor, "La Dirección de Estudios Biológicos y la Obra del profesor, Alfonso L. Herrera", en *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, t. III, diciembre 1942, s/p.
- Rosenzweig, Fernando, "El desarrollo económico de México de 1877 a 1911", en *Secuencia. Revista Americana de Ciencias Sociales*, México, núm. 12, septiembre/diciembre de 1988, Instituto Mora, pp 151-190.
- Rothwell, Richard P., "Contributors", en *The Mineral Industry, its Statistics, Technology and Trade in the United States and Other Countries to the end of 1899*, vol. VIII, New York, The Scientific Publishing Company, 1900, p. XII.
- Ruiz, Eduardo, "Riqueza de Michoacán", en *Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística*, t. IV, segunda época, México, Imprenta del Gobierno, en Palacio, 1872, pp. 321-326.

- Salazar, Luis, “La Exposición Internacional de 1889 en París”, en *Anales de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México*, t. II, México, Imprenta de la Secretaría de Fomento, 1889, pp. 441-459.
- Salazar Salinas, Leopoldo, “Memoria relativa al terremoto mexicano del 3 de enero de 1920 por las comisiones del Instituto Geológico de México”, en *Boletín del Instituto Geológico de México*, no. 38, México, Talleres Gráficos de la Nación, 1922, 106 p.
- Salazar Salinas, Leopoldo, “Discurso pronunciado por el Ingeniero L. Salazar Salinas, en la velada que el Instituto Geológico de México organizó en honor del Ingeniero D. Antonio del Castillo, fundador y primer director del Servicio Geológico de México”, en *Revista Mexicana de Ingeniería y Arquitectura. Órgano oficial de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México*, vol. I, núm. 7, 15 de septiembre de 1923, México, Empresa Editorial de Ingeniería y Arquitectura, pp. 436-442.
- Salazar Salinas, Leopoldo, “La naturaleza geológica de una región como base indispensable de todo proyecto de planeación”, en *Folletos de Divulgación*, núm. 35, Instituto Geológico de México (Hoy Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma), México, Talleres Gráficos F. Sanz, 1930, 18 p.
- Salazar Salinas, Leopoldo, Pedro González, Manuel Santillán, Antonio Acevedo y petrógrafo A.R. Martínez Quintero, “El Cerro de Mercado”, en *Boletín 44*, México, Talleres Gráficos, “La Helvetia”, 1923, 94 p.
- Saldaña, Juan José y Luz Fernanda Azuela, “De amateurs a profesionales. Las sociedades científicas en México en el siglo XIX”, en *Quiipu*, revista Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnología, vol. 11, núm. 2, México, 1996, pp. 135-171.
- Sánchez Díaz, Gerardo, “Exploraciones científicas del territorio michoacano en el siglo XIX”, en *Tzintzum*. Revista de Estudios Históricos, No. 14, julio-diciembre de 1991, pp. 43-71.
- Sánchez, Jesús, “Importancia de la Historia Natural en el estudio de la Historia en el estudio de la Historia Antigua y Arqueología americanas”, en *Congreso Internacional de Americanistas*, 11, México, 1895, pp. 386-396, 4 láminas.
- Sánchez, Jesús, “Nota relativa al hombre prehistórico en México”, en *Anales Academia Mexicana de Ciencias*, t. III, 1897, México, 1899, pp. 199-219.
- Santillán, Manuel, “Estudio geológico sobre el mineral de Pachuca”, en *Revista de la Universidad de México*, t. I, no. 6, abril de 1931, México, pp. 483-496.
- Santillán, Manuel, *Anuario del Instituto de Geología 1932*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, Editorial Cultura, 1933, 162 p.
- Sapper, Carlos, “Informe sobre la geografía física y la Geología de los Estados de Chiapas y Tabasco, en *Boletín de Agricultura, Minería e Industrias publicado por la Secretaría de Fomento, Colonización e Industria*, año III, núm. 9, marzo de 1894, México, Oficina Tip. de la Secretaría de Fomento, 1894, pp. 187-211.
- Schubring, Gert, “Tendencias actuales en la investigación sobre la historia institucional de la ciencia y su aplicación a la cultura islámica”, en *LLULL. Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, Zaragoza, vol. 19, no. 36, 1996, pp. 177-194.
- Secord, James A., “The Geological Survey of Great Britain as a Research School, 1839-1855”, en *History of Science*, vol. 24, 1986, pp. 223-275.
- Seibertz, Ekbert y Blanca Estela Buitrón, “Emil Böse (1868-1927)”, en *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, vol. 15, núm. 1, México, 1998, pp. III-IV.

- Sempat Assadourian, Carlos, “La despoblación indígena en Perú y Nueva España durante el siglo XVI y la formación de la economía colonial”, en *Historia Mexicana*, vol. XXXVIII, núm. 3, 1989, pp. 419-453.
- Sierra, Carlos, “Antecedentes de la Ley de Secretarías y Departamentos de Estado de 23 de diciembre de 1958”, en *Revista de Administración Pública. Órgano del Instituto de Administración Pública*, núm. 10, octubre-diciembre 1958, México, pp. 5-7.
- Soberanis, Alberto, “La ciencia marcha bajo la égida de la guerra. Las relaciones científicas franco-mexicanas durante el Imperio de Maximiliano (1864-1867)”, en *Revista Universidad de Guadalajara*, Guadalajara, enero-febrero de 1995, pp. 50-60.
- Tamayo, Jorge L., Deva Ramos y Martha L.P. de Tamayo, “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 de Ingeniería*, México, enero, 1942, pp. 46-62.
- Terrones Benítez, Alberto, “The Geological Institute of Mexico City. An interview with Leopoldo Salazar Salinas, Director”, en *Engineering and Mining Journal Press*, New York, vol. 114, no. 22, november 15, 1922, pp. 942-947.
- Thorup, Cathryn, “La competencia económica británica y norteamericana en México, 1887-1910: el caso de Weetman Pearson”, en *Historia Mexicana*, México, vol. 31, núm. 4, abril-junio 1982, pp. 599-641.
- Turner, Stephen P., “The Survey in Nineteenth-Century American Geology: The Evolution of a Form of Patronage”, en *Minerva*, vol. 25, no. 3, otoño 1987, pp. 282-330.
- Uribe Salas, José Alfredo y María Teresa Cortés Zavala, “Práctica científica y profesionalización de la Geología en México. Siglo XIX”, en *América a debate. Revista de Ciencias Históricas y Sociales*, Morelia, Facultad de Historia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, No. 9, enero-junio 2006, pp. 11-35.
- Urquiza, Manuel, “Exploración del Distrito de Coalcomán”, en *Anales del Ministerio de Fomento de la República Mexicana*, México, Imprenta de Francisco Díaz de León, 1882, t. VII, pp. 195-261.
- Uhtoff, Luz María, “El nacionalismo petrolero de la Revolución Mexicana”, en *Historias. Revista de la Dirección de Estudios Históricos del Instituto Nacional de Antropología e Historia*, núm. 71, septiembre-diciembre de 2008, México, pp. 87-99.
- Vaccari, Ezio, “Mining and Knowledge of the Earth in Eighteenth-century Italy”, en *Annals of Science*, vol. 75, no. 2, 2000, pp. 163-180.
- Vaccari, Ezio, “Mining academies as centers of geological research and education in Europe between the 18th and 19th centuries”, en *De Re Metallica. Revista de la Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero*, no. 13, julio-diciembre, 2009, pp. 35-41.
- Velázquez de León, Joaquín, “Discurso pronunciado en la apertura de la Cátedra de Geología del C. de Minería (marzo 18 de 1844)”, en *El Museo Mexicano. O Miscelánea Pintoresca de Amenidades Curiosas e Instructivas*, t. III, 1844, México, pp. 205-208.
- Velázquez de León, Joaquín, “Discurso sobre Geología y Zoología”, en Clementina Díaz y de Ovando, *Anuarios del Colegio Nacional de Minería*, edición facsimilar de la de 1845, 1848, 1859, 1863, México, UNAM, 1994, pp. 38-47.

Velázquez de León, Miguel, “Corte geológico en el mineral del Fresnillo”, en *Boletín del Instituto Nacional de Geografía y Estadística de la República Mexicana presentado al Supremo Gobierno de la Nación por la Junta Menor del mismo Cuerpo*, tercera edición, t. I, Tipografía de Andrés Boix, a cargo de Mariano Sierra, 1861, pp. 244-249.

Villafaña, Andrés, “El volcán del Jorullo”, en *Boletín de la Sociedad Michoacana de Geografía y Estadística*, t. IV, núm. 10, Morelia, Mayo 31 de 1908, pp. 146-152.

Villarello, Juan de Dios, “Algunas regiones petrolíferas de México”, en *Boletín 26*, Instituto Geológico de México, México, 1908, 120 p., 3 láminas.

Warren, Charles H., “Ernest Howe”, en *American Journal of Science*, vol. 25, núm. 146, New Haven, Connecticut, February 1933, pp. 96-100.

Mesografía

Adem, Julián, “Ricardo Monges López, fundador de la Facultad de Ciencias”, *Ciencias*, núm. 4, abril-junio de 1983, pp. 42-45, disponible en <http://revistacienciasunam.com> y <http://ejournal.unam.mx>, consultado el 29 de enero de 2014.

Avelar, Miguel Ángel y Leoncio Lara Sáenz, *Legislación mexicana de la enseñanza superior*, México, Instituto de Investigaciones Jurídicas, UNAM, 1969, disponible en <http://bilio.juridicas.unam.mx/libros>, consultado el 25 de mayo de 2013.

Azuela, Luz Fernanda y Claudia Morales, “La reorganización de la geografía en México en 1914: crisis institucional y resignificación de la práctica”, *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*, vol. X, núm. 218, 1 de agosto de 2006, Universidad de Barcelona, disponible en <http://revistes.ub.edu>, consultado el 13 de noviembre de 2012.

Bate, David G., “Sir Henry Thomas De la Beche and the founding of the British Geological Survey”, en *Mercian Geologist*, vol. 17, no. 3, 2010, pp. 149-165, disponible en <http://bgs.ac.uk>, consultado el 25 de julio de 2013.

Bentz, Alfred, “The History of the German Geological Survey”, en *Geological Magazine*, vol. 84, no. 3, mayo de 1947, pp. 169-177, disponible en <http://journals.cambridge.org>, consultado el 23 e julio de 2013.

Calvo, José Pedro, “Contribución de los Servicios Geológicos al desarrollo de las Ciencias de la Tierra”, en *Enseñanza de las ciencias de la tierra: Revista de la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, vol. 16, núm. 1, 2008, pp. 17-22, disponible en <http://dialnet.uniroja.es>, consultado el 1 de octubre de 2013.

Carta Geológica del Istmo de Tehuantepec formada por la Comisión Mexicana que exploró el Istmo el año de 1871, México, Litografía de Salazar, disponible en <http://iberoamericadigital.net>, consultada el 15 de julio de 2013.

Eyles, Victor Ambrose, “The First National Geological Survey”, en *Geological Magazine*, vol. 87, no. 5, octubre de 1950, pp. 373-382, disponible en <http://journals.cambridge.org>, consultado el 23 de julio de 2013.

Festschrift zum hundertjährigen Jubiläum der Königl. Sächs. Bergakademie zu Freiberg am 30. Juli 1866, vol. 2, Druck der K. Hofbuchdruckerei von C.C. Meinhold & Söhne, 1867, pp. 223-298, disponible en <http://archive.org>, consultado el 11 de diciembre de 2013.

Flores Clair, Eduardo, “Un experimento educativo: la Escuela Práctica Minera de Fresnillo (1851-1860)”, en *Dimensión Antropológica*, año 8, vol. 23, septiembre-diciembre de 2001, México, INAH, pp. 7-31, disponible en <http://dimensionantropologica.inah.gob.mx>, consultado el 5 de enero de 2013.

- Gaceta UNAM*, vol. II, núm. 8, 21 de febrero de 1955, p. 7, disponible en 132.248.247.1/cgi-bin/pwisis.exe y geologia.unam.mx/igl/index.php/site-map/302-igl/informacion/historia/noticias-historicas/igl-en-la-gaceta-unam/761-gaceta-unam-50-s, consultada el 15 de junio de 2013.
- Hernández Cruz, Jourdain Israel, Gabriela Castañeda López y Ana Cecilia Rodríguez de Romo, “Esclerosis múltiple en México: la clínica de su historia (1ra. de dos partes)”, *Revista de la Facultad de Medicina*, vol. 49, no. 001, 2006, disponible en <http://ejournal.unam.mx/rjm/no49-1/RFM49108.pdf>, consultado el 13 de noviembre de 2013.
- Kühl, Eddy, “Jinotega visto por un Austriaco, un Inglés, un Francés y dos Alemanes”, *Revista de Temas Nicaragüenses*, no. 44, diciembre 2011, disponible en <http://memoriacentroamericana.ihnca.edu>, consultado el 10 de abril de 2012.
- Maldonado Koerdell, M., “La contribución de Federico K.G. Müllerried a la geología y paleontología mexicanas”, en *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, vol. 14, 1953, pp. 169-190, disponible en <http://repositorio.fcencias.unam.mx>, consultado el 30 de agosto de 2013.
- Mendoza Vargas, Héctor, “Agrimensura y cartografía en México, 1720-1920. Exposición por Herbert Nickel en el vestíbulo del Instituto de Geografía, UNAM 13 de marzo al 5 de abril, 2006”, en *Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía*, México, UNAM, no. 61, diciembre, 2006, pp. 148-150, disponible en <http://redalyc.org>, consultado el 3 de enero de 2014.
- Mentz de Boege, Brígida M. von, “Tecnología minera alemana en México durante la primera mitad del siglo XIX”, en *Estudios de Historia Moderna y Contemporánea de México*, México, UNAM, Instituto de Investigaciones Históricas, vol. 8, 1980, pp. 85-95, disponible en <http://historicas.unam.mx>, consultado el 15 de diciembre de 2013.
- Monroy Castillo, María Isabel y Tomás Calvillo Unna, *San Luis Potosí. Historia breve*, Fondo de Cultura Económica, 2011, disponible en <http://bibliotecadigital.edu>, consultado el 23 de enero de 2013.
- Rancaño, Mario Ramírez, “La República Castrense de Victoriano Huerta”, *Estudios de Historia Moderna y Contemporánea de México*, vol. 30, doc. 359, México, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Históricas, 2205, pp. 167-213, disponible en <http://historicas.unam.mx/moderna/ehmc>, consultado el 30 de septiembre de 2013.
- Real Academia Española, *Diccionario de la Lengua Española*, Madrid, 2001, disponible en <http://lema.rae.es>, consultado el 5 de diciembre de 2013.
- Ríos Zúñiga, Rosalina, “Los institutos científicos y literarios de México, siglos XIX y XX: el trayecto historiográfico”, disponible en <http://seminariohistoriauniversidad1.files.wordpress.com>, consultado el 13 de diciembre de 2013.
- Rivas Mata, Emma y Edgar O. Gutiérrez, “Presencia de prácticos y profesionistas en las haciendas azucareras morelenses de los hermanos García Icazbalceta, 1877-1894”, en *Estudios de Historia Moderna y Contemporánea de México*, México, UNAM, no. 47, enero-junio 2014, pp. 3-39, disponible en <http://historicas.unam.mx>, consultado el 3 de enero de 2014.
- Rodríguez Gómez, Roberto, “El siglo olvidado de la educación superior en México”, Seminario de Educación Superior, en *Campus Milenio*, núm. 287, 2008, disponible en <http://ses.unam.mx>, consultado el 25 de mayo de 2013.
- Rutsch, Mechthild, “Vivir de una vida nueva: Jorge Engerrand (1877-1961) entre la antropología mexicana y estadounidense de principios del siglo XX”, en *Nueva Antropología*, vol. 23, no. 73, julio-diciembre 2010, México, pp. 147-169, disponible en <http://scielo.org.mx>, consultado el 1 de octubre de 2012.

- Torre, Federico de la, “Profesionalización de la ingeniería en el occidente de México durante el siglo XIX: el caso de Jalisco”, en *Quaderns D’Història de L’Enginyeria*, vol. V, 2002-2003, disponible en <http://upcommons.upc.edu/revistes>, consultado el 25 de mayo de 2013.
- Vaccari, Ezio, “Mining academies as centers of geological research and education in Europe between the 18th and 19th centuries”, en *De Re Metallica*, 13, Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero, 2009, pp. 35-41, disponible en <http://sedpgym.es>, consultado el 25 de julio de 2013.
- Vigil Batista, Acela Alejandra, “Anales de la Sociedad Humboldt (1870-1875)”, en *Boletín Mexicano de Historia y Filosofía de la Medicina*, vol. 11, núm. 2, 2008, p. 54, disponible en <http://new.mediagraphic.com>, consultado el 11 de noviembre de 2013.
- Villegas Revueltas, Silvestre, “Expansión del comercio mundial y estrategias de fomento a comercio durante el gobierno de Manuel González, 1880-1884”, en *Revista de Estudios de Historia Moderna y Contemporánea de México*, México, Instituto de Investigaciones Históricas, Universidad Nacional Autónoma de México, vol. 29, 2005, pp. 41-92, disponible en <http://historicas.unam.mx/moderna/ehmc>, consultado el 30 de septiembre de 2013.
- Zuleta, María Cecilia, “La Secretaría de Fomento y el fomento agrícola en México, 1876-1910: la invención de una agricultura próspera que no fue”, *Mundo Agrario*, jul./dic., vol. I, núm. 1, 9 de julio de 2000. p. 16., disponible en <http://mundoagrario.unlp.edu.ar/issue/view/22/showToc>, consultado el 20 de diciembre de 2012.