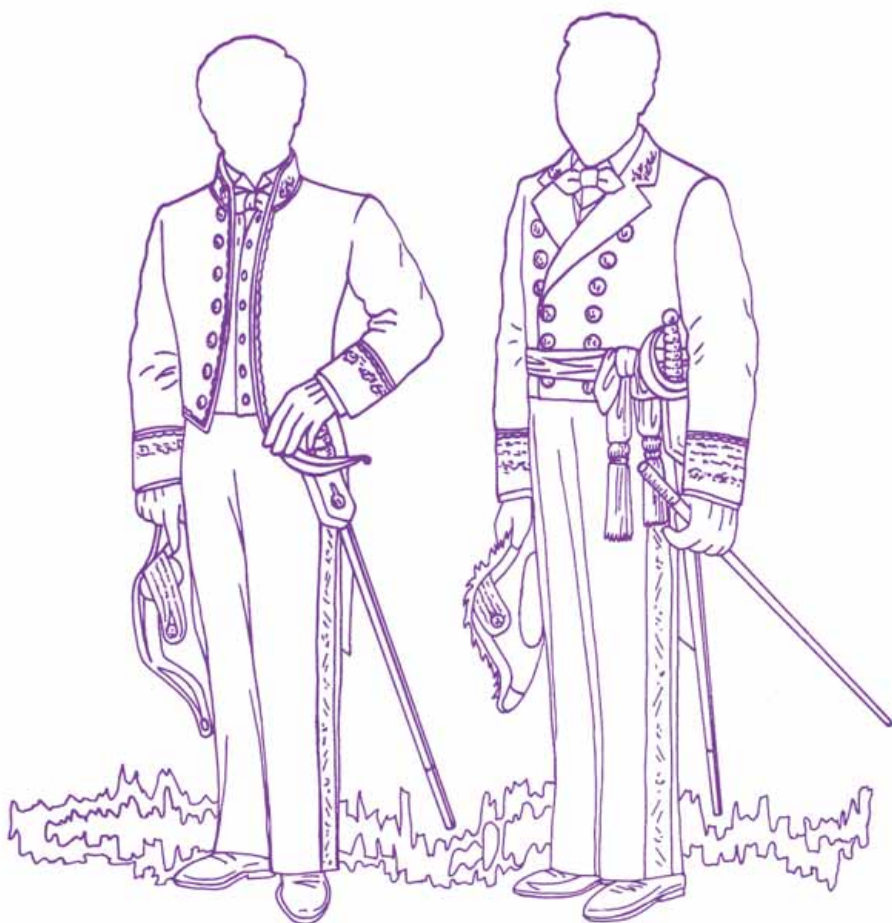


MANUEL SILVA SUÁREZ, ed.

**TÉCNICA E INGENIERÍA
EN ESPAÑA**

V

EL OCHOCIENTOS
Profesiones e instituciones civiles



REAL ACADEMIA DE INGENIERÍA
INSTITUCIÓN «FERNANDO EL CATÓLICO»
PRENSAS UNIVERSITARIAS DE ZARAGOZA

MANUEL SILVA SUÁREZ, ed.

**TÉCNICA E INGENIERÍA
EN ESPAÑA**

V

EL OCHOCIENTOS
Profesiones e instituciones civiles

Elena Ausejo Martínez
José Manuel Cano Pavón
Jordi Cartaña i Pinén
Vicent Casals Costa
Guillermo Lusa Monforte
Luis Mansilla Plaza
Sebastián Olivé Roig

José Manuel Prieto González
Pío Javier Ramón Teijelo
Fernando Sáenz Clemente
Jesús Sánchez Miñana
Manuel Silva Suárez
Rafael Sumozas García-Pardo

REAL ACADEMIA DE INGENIERÍA
INSTITUCIÓN «FERNANDO EL CATÓLICO»
PRENSAS UNIVERSITARIAS DE ZARAGOZA

Publicación número 2.737
de la
Institución «Fernando el Católico»
(Excma. Diputación de Zaragoza)
Plaza de España, 2 · 50007 Zaragoza (España)
Tels.: [34] 976 288878/79 · Fax [34] 976 288869
ifc@dpz.es
<http://ifc.dpz.es>

FICHA CATALOGRÁFICA

SILVA SUÁREZ, Manuel
El Ochocientos. Profesiones e instituciones civiles / Manuel Silva Suárez. —
Zaragoza: Real Academia de Ingeniería, Institución «Fernando el Católico»,
Prensas Universitarias, 2007.

736 p.; il.; 24 cm. — (Técnica e Ingeniería en España; V)
ISBN: 978-84-7820-921-7

1. Profesiones-España-s. XIX. I. Institución «Fernando el Católico», ed.

© Los autores, 2007.

© De la presente edición, Real Academia de Ingeniería, Institución «Fernando el Católico»,
Prensas Universitarias de Zaragoza, 2007.

Cubierta: A la izquierda, uniforme del Cuerpo de Ingenieros de Montes (1857). A la derecha, uniforme del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (1876), posteriormente extendido a los cuerpos de Agrónomos, Montes y Minas; ya en el siglo xx, aun sin ser cuerpo de la Administración, también se extendió a los ingenieros Industriales (1910). El fajín ha de ser morado, pero los ingenieros de Montes lo usaron verde hasta 1910. (Dibujos de M.^a Amparo Martín Moliner, en M. SILVA SUÁREZ: *Uniformes y emblemas de la ingeniería civil española, 1835-1975*, Institución «Fernando el Católico», Zaragoza, 1999).

Contracubierta: «Zaragoza, nuevo Puente del Pilar, sobre el Ebro, inaugurado el 18 del corriente. (De fotografía de F. Coyne)», *La Ilustración Española y Americana*, 30 de octubre de 1895, p. 252. Conocido popularmente como el *punte de hierro*, fue construido por la Maquinista Terrestre y Marítima (Barcelona), dirigida por José María Cornet y Mas.

ISBN: 978-84-7820-814-2 (obra completa)

ISBN: 978-84-7820-921-7 (volumen V)

Depósito Legal: Z-3886-07

Corrección ortotipográfica: Ana Bescós y Marisancho Menjón

Digitalización: María Regina Ramón, Renato Vázquez y FOTOPRO, S.A.

Maquetación: Littera

Impresión: ARPI Relieve, Zaragoza

IMPRESO EN ESPAÑA - UNIÓN EUROPEA

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

0.1. Uniformes estudiantiles de gala (casaca) y de diario (levita) para el Colegio Científico, 1836 (dib. de J. M. ^a Bueno)	35
0.2. La manía de uniformar: Basureros de día y de noche y faroleros de aceite y de gas	57
0.3. Ministros del partido moderado que promulgaron las dos más importantes regulaciones para la instrucción pública del XIX español: (1) José Pidal; (2) Claudio Moyano. (Real Academia de Ciencias Morales y Políticas)	59
0.4. Uniformes del Cuerpo de la Administración Civil (1850)	71
1.1. Ingeniería de Minas: personajes, uniforme y emblemas iniciales: (1) Retratos de Fausto de Elhuyar y Timoteo Álvarez de Veriña (Antigua Galería del Consejo Superior de Minería y Metalurgia, Ministerio de Industria); (2) Emblema del Real Cuerpo Facultativo de Minas, 1825; (3) Uniforme del Cuerpo de Ingenieros de Minas, 1836. (J. M. ^a LÓPEZ DE AZCONA, <i>Uniformes de la minería, 1777-1977</i> , ETS Ingenieros de Minas, Madrid, 1977)	84
1.2. Uniformes de los cuerpos de ingenieros de Caminos y de Minas, 1842. El emblema que llevan al cuello los identifica como pertenecientes al Cuerpo de Ingenieros de Minas. Emblema del Cuerpo de Minas. (J. M. ^a LÓPEZ DE AZCONA, 1977; M. SILVA SUÁREZ, 1999)	89
1.3. Uniformes de servicio en las residencias y de campo de 1865, cuerpos de ingenieros de Caminos y de Minas: Ingeniero jefe (con levita), ingeniero (con abrigo) e ingeniero en servicio de campo (J. M. ^a LÓPEZ DE AZCONA, 1977; M. SILVA SUÁREZ, 1999)	91
1.4. Uniforme de gala del Cuerpo de Ingenieros de Minas, norma de 1886: (1) S. M. D. Alfonso XIII con él (óleo por M. Oliver Aznar, 1925. Antigua Galería de retratos del Consejo Superior de Minería y Metalurgia, Ministerio de Industria y Energía); (2) El uniforme según J. M. Bueno (J. M. LÓPEZ DE AZCONA, 1977; M. SILVA SUÁREZ, 1999)	92
1.5. La sede de Ríos Rosas: Se inauguró en 1894, pero la construcción se completó en los años siguientes. Fotografía anónima (h. 1910). En el lateral izquierdo se adivinan los laboratorios de la Fundación Gómez-Pardo	102
1.6. Ingenieros de Minas (I): (1) Casiano del Prado y Valle, 1797-1866; (2) Guillermo Schulz y Schweizer, 1800-1877; (3) Rafael Amar de la Torre, 1802-1874; (4) Felipe Naranjo de la Garza, 1809-1877. (Óleos en la antigua Galería del Consejo Superior de Minería y Metalurgia, Ministerio de Industria)	111
1.7. Síntesis del Mapa Geológico de España a escala 1:500.000 (Museo del Instituto Geológico y Minero de España): Vio la luz bajo la dirección del inspector general del Cuerpo de Minas, Manuel Fernández de Castro (1825-1895)	113
1.8. Publicaciones: (1) Muestra temprana de la ingente producción en temas geológicos y paleontológicos, es el texto de Guillermo Schulz, de 1835; (2) Medio de comunicación esencial entre los ingenieros de Minas, y también de relación con el sector, fue la <i>Revista Minera</i>	114
1.9. Ingenieros de Minas (II): (1) Jerónimo Ibrán y Mulá, 1842-1910; (2) Lucas Mallada y Pueyo, 1841-1921; (3) Luis Adaro y Magro, 1849-1915; (4) José M. ^a Madariaga Casado, 1853-1934	116
1.10. La sede de la Escuela de Ayudantes Facultativos de Minas de Mieres: Creada por R. O. de diciembre de 1853. (Postal de Roisin, Barcelona)	121
1.11. Laboratorios de la Escuela: (1) «Laboratorio Gómez-Pardo» para el ensayo de muestras de minerales, edificado y puesto en marcha gracias a su generoso legado; (2) Taller de preparación mecánica de las menas (h. 1915)	123
2.1. Profesores de la Escuela de Caminos (I): (1) Juan Subercase Krets, 1783-1853 (óleo en la Escuela de Caminos); (2) Eduardo Saavedra Moragas, 1829-1912 (óleo en el Ministerio de Medio Ambiente, procedente del Consejo de Obras Públicas); (3) Lucio del Valle Arana, 1815-1874 (óleo en la Escuela de Caminos); (4) Calixto Santa Cruz Ojanguren, 1812-1865 (óleo en la Escuela de Caminos, atribuido a Federico Madrazo)	134

- 2.2. (1) Uniforme de gala de los ingenieros de Caminos, 1865. También fue válido para el Cuerpo de Ingenieros de Minas (J. M.^a LÓPEZ AZCONA, *Uniformes de la minería*, ETSIIM, Madrid, 1977); (2) Escudo de los Cuerpos de Obras Públicas; (3) Mariano Royo Urieta, 1825-1900, director del Canal Imperial de Aragón (retrato al óleo por Pradilla, Museo de Bellas Artes de Zaragoza)137
- 2.3. Profesores de la Escuela de Caminos (II): (1) Gabriel Rodríguez Benedito, 1829-1901 (óleo en el Ateneo de Madrid); (2) Pedro Pérez de la Sala, 1827-1908 (óleo en la Escuela de Caminos, por Maximino Peña); (3) Rogelio de Inchaurrendieta Páez, 1836-1915 (óleo en el Ministerio de Medio Ambiente, procedente del Consejo de Obras Públicas, por Marceliano Santa María); (4) Mariano Carderera Ponzán, 1846-1916 (óleo en la Escuela de Caminos, por Maximino Peña)139
- 2.4. Edificio de la calle del Turco, que acogió a la Escuela de Caminos entre 1847 y 1889 y a la de Ayudantes de Obras Públicas entre 1857 y 1868. (Foto cortesía de Diego Ramos López-Amo)144
- 2.5. (1) Apuntes de la clase de Carreteras, litografiados por Rafael Freire, curso 1873; (2) *Revista de Obras Públicas*. Número extraordinario (12 de junio de 1899), conmemorativo del centenario de la creación de la Inspección General de Caminos y Canales149
- 2.6. Escuela de Caminos en el Retiro (I): (1) Vista aérea y fachada principal; (2) Planta del primer piso152
- 2.7. Escuela de Caminos en el Retiro (II): (1) Museo de Caminos; (2) Salón de ensayos del Laboratorio Central. (*Revista de Obras Públicas*, 12 de junio de 1899)153
- 2.8. Escuela Práctica de Torrones de Faros: (1) Torre de Hércules en La Coruña, sede de la Escuela entre 1850 y 1853 (grabado del siglo XIX); (2) *Cartilla de instrucción para servicio de los Faros*, por Agustín Antelo, director de la Escuela (reproducida de José Ángel Sánchez García, *Faros de Galicia*, La Coruña, Fundación Caixagalicia, 2004)160
- 2.9. José Echegaray Eizaguirre, 1832-1916. Billeto de 50 pesetas emitido con motivo de la concesión del Premio Nobel en 1904169
- 2.10. Obras representativas de la ingeniería de obras públicas en el siglo XIX: (1) Túnel de Argentera en construcción, terminado en 1892 (Eduardo Maristany); (2) Presa del Villar, en el río Lozoya, para el abastecimiento de agua a Madrid (foto: Canal de Isabel II); (3) Puerto de Alicante (h. 1855), vista de Alfred Guesdon, donde puede verse el faro de madera de Elías Aquino; (4) Faro de Buda, proyecto de Lucio del Valle; inaugurado en 1860, con 50 metros fue récord mundial en su especie173
- 3.1. Antigua sala de dibujo en la Escuela de Arquitectura de Madrid, sede de la calle de Toledo, en las instalaciones de la Escuela en el complejo de San Isidro189
- 3.2. Planteamientos historicistas: (1) Antonio de Iturralde (tit. 1850), *Capitel de arquitectura llamada gótica*, 1852 (Gabinete de dibujos de la RABASF); (2) Patricio Rodríguez (tit. 1843), *Cenador para un jardín*, 1843. Prueba de repente para la obtención del título de arquitecto (Gabinete de dibujos de la RABASF, plano A-3526)193
- 3.3. Emblema de la Arquitectura: Los símbolos, un compás y una rosa: (1) Sello de la Escuela Superior de Arquitectura de Madrid, resultado, en cuanto tal, de la Ley Moyano, 1857; (2) Detalle de la antigua entrada al Colegio Imperial, con el escudo de la Escuela de Arquitectura197
- 3.4. Hoja de calificaciones de la Escuela de Arquitectura, curso 1859-1860199
- 3.5. Directores de la Escuela de Arquitectura de Madrid: (1) Francisco Jareño y Alarcón, 1818-1892; (2) Juan Miguel de Inclán Valdés, 1774-1853; (3) Antonio de Zabaleta, 1806-1864205
- 3.6. Joaquín María Vega (tit. 1853), *Faro*, 1853. Prueba de pensado para la obtención del título de arquitecto (Gabinete de dibujos de la RABASF, plano A-3615)215
- 3.7. Sabino Manuel de Soba y Reyes (tit. 1855 de maestro de obras), *Puente de hierro forjado*, 1855. Prueba de pensado para la obtención del título de maestro de obras. Planta y alzado (Gabinete de dibujos de la RABASF, plano A-3682)218

- 3.8. Arquitectos formados en la Escuela de Madrid: (1) Ricardo Magdalena Tabuena, 1849-1910, y matadero municipal cesaragustano (1878); (2) Ricardo Velázquez Bosco, 1844-1923, y Palacio de Velázquez (en fotografía de la época) 225
- 3.9. Arquitectos formados en la Escuela de Barcelona, con concepciones estéticas y metodológicas manifestamente diferentes: (1) Antonio Gaudí i Cornet, 1852-1926, y Palacio Arzobispal de Astorga (1889-1893); (2) Alberto de Palacio Elissague, 1856-1939, y la estación de Atocha (dibujo de época) 227
- 4.1. Bartolomé Sureda y Miserol, 1769-1851: (1) Mecanismo que transforma una rotación uniforme en otra especificada mediante una espiral (1817), recogido en la segunda edición del texto de J. M.^a Lanz y A. Betancourt en 1819; (2) Autorretrato en litografía (h. 1838), muy próximo a un óleo que le hiciera Agustín Buades Frau en Mallorca en 1838 238
- 4.2. Primera sede del Real Conservatorio de Artes (desde 1824 hasta 1845): Situado en la calle del Turco, hoy del Marqués de Cubas. Al fondo, en el edificio colindante, se instaló en 1871 la Escuela de Artes y Oficios adscrita al Conservatorio. El sello del Conservatorio es básicamente el general de la Administración de la época 241
- 4.3. Textos en Real Conservatorio de Artes: (1) *La Geometría y mecánica de las artes y oficios y de las bellas artes. Curso normal para el uso de los artistas y menestrales, y de los maestros creadores de los talleres y fábricas*, de Charles Dupin; (2) *El Curso de Dibujo Industrial* de Isaac Villanueva está estructurado en cinco volúmenes 245
- 4.4. Profesores en el Real Conservatorio de Artes: (1) José Mariano Vallejo y Ortega, 1779-1846; (2) Vicente Santiago Masarnau Fernández, 1803-1879 247
- 4.5. Planta del exconvento de la Santísima Trinidad en 1888, con modificaciones propuestas por su arquitecto conservador, Joaquín de la Concha (AGA-MEC, 9076.2). (J. C. ARBEX: *El Palacio de Fomento*, Madrid, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 1988) 255
- 4.6. Proyecto arquitectónico para la Escuela de Artes y Oficios adscrita al Real Conservatorio de Artes (1881): Fachada principal (al paseo de la Infanta Isabel) y primera planta del proyecto aprobado de Mariano Belmás Estrada (1850-1916). (Fuente: J. C. ARBEX: *El Palacio de Fomento*, Madrid, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 1988) 265
- 4.7. Patrones históricos de pesas y medidas, anteriores al sistema métrico decimal: (1) *Medias fanegas para áridos*; (2) *Azumbres* (medidas de capacidad para líquidos). (Fuente: *Pesas y Medidas Españolas Antiguas*, Museo del Centro Español de Metrología, Madrid, 1999) 272
- 4.8. La primera Exposición Pública sobre los Productos de la Industria Española, Madrid, 1827: Realizada en los locales del Conservatorio de la calle del Turco, se muestran las portadas del *Catálogo* de productos y de la *Memoria de la Junta de Calificación* (Biblioteca Nacional, Madrid) 278
- 4.9. La última Exposición Pública sobre los Productos de la Industria Española, Madrid, 1850: Se presentan la portada del catálogo (Biblioteca Nacional, Madrid) y un grabado sobre la exposición en el claustro principal (*La Ilustración*, II, 21 de diciembre de 1850) 283
- 4.10. Privilegio de invención tramitado ante el Real Conservatorio de Artes para una instalación que destila aguardiente, 1829 (Archivo Histórico de la Oficina Española de Patentes y Marcas) 287
- 4.11. Patente ES 4.760, tramitada ante el Conservatorio de Artes (Antonio Montenegro Van-Halen, 1885) 291
- 5.1. El ex convento de la Santísima Trinidad, sede del Real Instituto Industrial, también del Ministerio de Fomento. «Plano en relieve de Madrid, hecho en 1830 bajo la dirección del teniente Coronel del R. C. de Artillería D. León Gil» (Museo Municipal de Madrid) ... 307
- 5.2. Cipriano Segundo Montesino y Estrada (1817-1891). La estación de Atocha (proyecto de 1888), antes conocida como del Mediodía, pertenecía a MZA, empresa de la que fue director durante más de tres décadas. (Retrato: *Galería de los representantes del pueblo*, 1854; dibujo y edición de José Vallejo; lit. de Peant; foto: M. S. S.) 310

- 5.3. Textos en el Real Instituto Industrial: (1) Pedro Roqué i Pagani, *Curso de Química Elemental*, Barcelona, 1851; (2) Isaac Villanueva, *Curso de Dibujo Industrial*, Madrid, 1852; (3) Eduardo Rodríguez, *Manual de Física Aplicada a la Agricultura y la Industria*, Madrid, 1858; (4) Nicolás Valdés, *Manual del Ingeniero*, París, 1859315
- 5.4. Primer título de ingeniero industrial, concedido a Luis Barnoya y Matlló (1857)318
- 5.5. Escuela Industrial Sevillana (1851-1866): (1) Sede primitiva y fugaz en la calle Boteros, cerca de la plaza de la Alfalfa (1851-52); (2) Ex convento de San Pedro de Alcántara, segunda y definitiva sede (1852-1866)322
- 5.6. Segunda sede de la Escuela Industrial de Valencia (1851-1865), construida entre 1758 y 1763, situada en la parte trasera del Ajuntament. La Escuela Industrial fue ubicada en este edificio en 1856325
- 5.7. Real Seminario de Vergara, sede de su Escuela Industrial (1851-1860) (foto: J. M. C. P. y M. S. S.)328
- 5.8. La Escuela de Gijón (1851-1860) se instaló en los locales del Real Instituto Asturiano: El edificio se debe a Juan de Villanueva (1797)330
- 5.9. La Escuela Industrial de Cádiz (1851-1863) se albergaba en el edificio de la Aduana333
- 5.10. Sede de la primitiva Escuela Industrial, de Comercio y de Náutica de Málaga (1851-1857), en la calle Gaona. Hoy es el Instituto Vicente Espinel, vulgo Instituto Gaona (foto: J. M. C. P.)335
- 5.11. Evolución del gasto estatal a lo largo de los años340
- 5.12. Presupuestos estatales en Instrucción Pública341
- 5.13. Ingenieros industriales graduados entre 1856 y 1867. En total son 310 en el periodo ...343
- 6.1. Primera sede y sello de la Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona: (1) El ex convento de San Sebastián (1851-1873), situado en la actual plaza de Antonio López; (2) El sello (h. 1860-1870) tiene entre sus figuras la colmena de abejas y la rueda dentada, ambos símbolos de la industria354
- 6.2. Profesores e ingenieros destacados de la Escuela barcelonesa: (1) Josep Roura i Estrada, 1797-1860; (2) Ramón de Manjarrés y Bofarull, 1827-1918; (3) Luis Justo y Villanueva, 1834-1880; (4) Josep Vallhonestà i Vendrell, 1835-1899366
- 6.3. Segunda sede y sello de la Escuela de Ingenieros Industriales (1874-1927): la Universidad Literaria de Barcelona. En la imagen de abajo, el patio lateral este del edificio con productos diversos de la Exposición Catalana de 1877. En el sello (h. 1870, estuvo operativo hasta 1919), el escudo de la Diputación de Barcelona preside un paisaje industrial-ferroviario (colmena con abejas, rueda dentada, martillo, yunque y locomotora)368
- 6.4. Álbum de la Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona, 1878: (1) «Museo Tecnológico: primeras materias procedentes del reino mineral y productos elaborados con ellas. Modelos de máquinas»; (2) «Clase de Física, capaz para cien alumnos»; (3) «Gabinete de Física»; (4) «Laboratorio de Análisis Químico, capaz para cuarenta alumnos»; (5) «Laboratorio de Química Orgánica y Tintorería, capaz para veinte alumnos»; (6) «Sala de Bibujo [sic] industrial y de proyectos, capaz para cien alumnos» ...369
- 6.5. Francisco de Paula Rojas y Caballero y la introducción de la electrotecnia en España: (1) Francisco de Paula Rojas, 1832-1909 (óleo de F. Miralles, 1873); (2) *La Electricidad, revista general de sus progresos científicos e industriales* (1883-1890); (3) Álbum de la *Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona, 1878*: «Motores. Máquina de vapor, sistema Bourne, de cuatro caballos. Máquina horizontal de gas del alumbrado, cuatro caballos, en comunicación con la primera máquina Gramme construida en España»372
- 6.6. Cartel anunciador de la Escuela nocturna, pública y gratuita para perfeccionar los conocimientos aplicables a las Artes e Industrias375
- 6.7. Alegorías y emblemas de diversos diplomas de la Escuela de Artes y Oficios agregada a la Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona (finales de los ochenta, 1890, 1895 y 1897). (G. LUSA, *La difícil consolidación de la Enseñanzas Industriales, 1855-1873*, col. Documentos de la Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona, n.º 7, 1997; M. SILVA SUÁREZ, *Uniformes y emblemas de la ingeniería civil española, 1835-1975*, 1999)377

6.8. Títulos de ingeniero industrial, antes y después de la creación del diploma académico unificado para todas las ingenierías, en 1894: (1) Expedido por el ministro de Fomento en 1883; (2) Expedido por el recién creado Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes en 1902. (Reproducidos de M. SILVA SUÁREZ, <i>Uniformes y emblemas de la ingeniería civil española, 1835-1975</i> , 1999)	380
6.9. Titulados de la Escuela de Ingenieros, 1861-1900	382
6.10. La Maquinista Terrestre y Marítima, Talleres de Construcción de Barcelona: (1) Marca distintiva de la empresa; (2) José María Cornet y Mas, ingeniero industrial y director técnico; (3) Locomotora tender de tres ejes, construida para el ferrocarril de Langreo a Gijón; (4) Puente de hierro en Redondela, sobre la ría de Vigo, ferrocarril de Orense a Vigo; (5) Máquinas marinas verticales <i>compound</i> de dos cilindros. (Fuente: Grabados reproducidos del <i>Diccionario industrial</i> de C. CAMPS Y ARMET, 1889)	385
6.11. Ingenieros de la Escuela barcelonesa: (1) Luis Rouviere y Bula, 1837-1904; (2) Félix Macià Bonaplata, 1838-1891; (3) Narcís Xifra Masmitjà, 1848-1934; (4) José Tartere Lenegre, 1848-1927	388
7.1. Personalidades clave de la ingeniería forestal, en sus primeros tiempos: (1) Bernardo de la Torre Rojas, 1792-1875 (óleo en la ETSI de Montes, UP de Madrid); (2) Agustín Pascual, 1818-1884; (3) Máximo Laguna, 1826-1902; (4) Lucas de Olazábal, 1829-1899 ..	400
7.2. La primera sede: El castillo-palacio de Villaviciosa de Odón: En ella se impartieron las enseñanzas desde principios de 1848 hasta 1870. (Fuente: <i>150 años de la ingeniería de montes en España</i> , ETSIM, 1998)	402
7.3. La segunda sede: La Casa de los Oficios de El Escorial: El traslado de la Escuela Especial de Ingenieros de Montes se produjo en 1870. En la nueva sede se impartiría docencia hasta 1914, momento en que la Escuela se trasladó a Madrid. (Fuente: <i>150 años de la ingeniería de montes en España</i> , ETSIM, UP de Madrid, 1998)	407
7.4. La <i>Consagración de los obispos</i> (óleo de Miguel Sanguino, en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, UP de Madrid). Se representa el acto idealizado en que Isabel II entrega en 1851 los títulos de ingenieros a los primeros profesores de la Escuela en presencia de Bernardo de la Torre, en el centro	410
7.5. Evolución cuantitativa de la legislación de contenido forestal, 1800-1899	411
7.6. Emblemas de la ingeniería de Montes: (1) Primer emblema del Cuerpo (según M. AULLÓ CASTILLA: «El escudo del Cuerpo de Ingenieros de Montes», <i>Montes</i> , I (6), 1945, pp. 363-365); (2) Emblema complementario empleado en la producción literaria del Cuerpo generada con motivo de la Exposición Universal de Barcelona, 1888. (Fuente: M. SILVA SUÁREZ: <i>Uniformes y emblemas de la ingeniería civil española, 1835-1975</i> , IFC, Zaragoza, 1999)	412
7.7. Número de ingenieros de montes, por promociones, hasta 1900	413
7.8. José Jordana Morera (1836-1904) y uniforme reglamentario del Cuerpo de Montes de 1857. Jordana viste como ingeniero jefe de 1.ª clase. Este uniforme lleva tricomio, y el pantalón en verano ha de ser blanco. (Fuente: M. SILVA SUÁREZ, <i>Uniformes y emblemas de la ingeniería civil española, 1835-1975</i> , IFC, Zaragoza, 1999)	414
7.9. Uniformes de campo y gala del Cuerpo de Ingenieros de Montes, 1891. El de campo (polonesa en gris y botas en blanco) es el mismo que el inicial del Cuerpo de Ingenieros Agrónomos, 1878. El de gala es como el del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de 1876, pero el fajín es aquí verde, no morado. (Fuente: M. SILVA SUÁREZ: <i>Uniformes y emblemas de la ingeniería civil española, 1835-1975</i> , IFC, Zaragoza, 1999) ..	415
7.10. Obras de ingenieros de montes publicadas hasta 1900	417
7.11. Publicaciones forestales relevantes de (sobre) los ingenieros de montes	418
7.12. Grupo de estudiantes de ingeniería con el uniforme reglamentario establecido en 1883. La fotografía corresponde a una de las primeras promociones salidas de la Escuela a partir de tal fecha. (Fuente: Carlos TARAZONA GRASA: <i>La guardería forestal en España</i> , Barcelona, Lunweg Editores, 2002, p. 101. Colección Tomás Ayerbe)	419

- 7.13. Aprovechamiento de los recursos de los montes y restauración de su cubierta vegetal. En la imagen de la derecha, una sierra movida a vapor talando un árbol; en las dos imágenes de la izquierda, dos momentos de la repoblación de Sierra Espuña (Murcia). (Fuente: Enrique MORALES: *El viejo árbol. Vida de Ricardo Codorniu y Stárico*, Murcia, Asociación Carolina Codorniu, 1996, p. 98)430
- 7.14. Ingenieros de montes cuya actividad central se desarrolló durante la Restauración y la Edad de Plata: (1) Rafael Breñosa, 1845-1916; (2) Joaquín María de Castellarnau, 1848-1943; (3) Carlos Castel, 1845-1903; (4) Rafael Álvarez Sereix, 1855-1920441
- 8.1. Algunos de los principales representantes de la agronomía española anterior a la aparición de los primeros ingenieros agrónomos en la década de 1860: (1) Mariano Lagasca y Segura, 1776-1839; (2) Claudio Boutelou, 1774-1842; (3) Braulio Antón, 1823-1892; (4) Antonio de Arias Costa, 1764-1839; (5) Pascual Asensio, 1797-1874451
- 8.2. La Escuela Agrícola de Fortianell en 1857 (Figueras, Gerona), una de las primeras instituciones creadas en España para formar a los hijos de los hacendados en las nuevas técnicas agronómicas457
- 8.3. Finca *La Flamenca*, en Aranjuez, posesión de la Corona donde se ubicó la Escuela Central de Agricultura entre 1855 y 1869 (Narciso LIÑAN: *I Centenario de la Escuela Especial de Ingenieros Agrónomos*, Madrid, 1955)464
- 8.4. Escuela General de Agricultura en 1880, en la Florida (Moncloa, Madrid). Edificio de las aulas y algunas de sus dependencias, como el observatorio meteorológico y el Museo Vinícola (*Gaceta Agrícola del Ministerio de Fomento*, Madrid, 1880)474
- 8.5. Diversos aspectos de la Escuela General de Agricultura: (1) Concurso de máquinas agrícolas celebrado el 11 de julio de 1879 en presencia de la familia real (*La Ilustración Española y Americana*, Madrid, 1879, II); (2, 3 y 4) Casa dirección y gabinetes primero y segundo de Historia Natural en 1880 (*Gaceta Agrícola del Ministerio de Fomento*, Madrid, 1880); (5) Visita del rey Alfonso XII a la Galería de Máquinas el 20 de octubre de 1880, en la inauguración del curso 1880-1881 (*La Ilustración Española y Americana*, Madrid, 1880, II)475
- 8.6. Número total de asignaturas impartidas en la carrera agronómica en los diferentes planes de estudios480
- 8.7. Porcentaje de asignaturas de los estudios preparatorios y de los estudios agronómicos específicos482
- 8.8. Producción editorial de libros y publicaciones periódicas de carácter agronómico. También las publicaciones periódicas tuvieron influencia en la divulgación de los nuevos conocimientos agronómicos (*Gaceta Agrícola del Ministerio de Fomento*, Madrid, 1876-1894)483
- 8.9. Número de ingenieros agrónomos titulados en la Escuela Central y General de Agricultura, por quinquenios488
- 8.10. Por R. O. de 2 de abril de 1878 se reguló el uso del uniforme para el Cuerpo de Ingenieros Agrónomos. Modelos de los emblemas de solapa, bocamanga, gorra, botones y espada (Rogelio VALLEDOR y José DE ROBLES: *Biblioteca de legislación agrícola. Enseñanza agrícola, personal y servicio agronómico*, Madrid, 1887; Biblioteca Arús, Barcelona)490
- 8.11. Emblemas de la ingeniería agronómica (Manuel SILVA SUÁREZ: *Uniformes y emblemas de la ingeniería civil española, 1835-1975*, IFC, Zaragoza, 1999)491
- 8.12. Uniformes de gala y de residencia-recepción del Cuerpo de Ingenieros Agrónomos, 1878 (Manuel SILVA SUÁREZ: *Uniformes y emblemas de la ingeniería civil española, 1835-1975*, IFC, Zaragoza, 1999)491
- 8.13. Algunos de los agrónomos más notables de la segunda mitad del siglo XIX: Varios fueron catedráticos de la Escuela General de Agricultura, como los ingenieros agrónomos (1) Antonio Botija, 1840-1922; (2) Diego Pequeño y Muñoz-Repiso, 1839-1909; (3) José de Arce y Jurado, 1849-1930; y (4) Casildo de Azcárate y Fernández, 1835-1896. (5) Mariano de la Paz Graells y Agüera (1809-1898), médico y zoólogo,

- participó de forma destacadísima en la lucha contra la filoxera; (6) Manuel Rodríguez Ayuso, ingeniero, 1847-1913 494
- 8.14. Granja Escuela de Zaragoza, para la enseñanza de capataces agrícolas, y Estación Experimental, 1883. (*La Ilustración Española y Americana*, Madrid, 1883, I) 496
- 9.1. Universidad Central: (1) Antigua sede (c/ San Bernardo, 49). En este edificio se alojaron algunas secciones de Ciencias, hasta la Ley Moyano (1857) parte integrante de la Facultad de Filosofía; (2) Emblema de la Universidad Central en la vidriera de la escalinata principal. Actualmente es la sede del Instituto de España (foto: M. S. S.) ... 511
- 9.2. Trajes académicos: (1) «Doctor en Farmacia por el Colegio de Farmacia de San Victoriano de Barcelona», h. 1846 (reproducido de J. L. CAAMAÑO: *Páginas de Historia de la Farmacia*, Farma, Madrid, 1993); (2) «Doctor en Ciencias» (1865). (Ilustración tomada de Antonio BENAVIDES et ál.: *Historia de las órdenes de caballería y de las condecoraciones españolas*, Madrid, Imprenta de Tomás Rey, 1865). Ambas ilustraciones se reproducen en M. SILVA SUÁREZ: *Ingeniería y Universidad. Sobre dos rememoraciones y un ámbito de investigación pluridisciplinar*, Lección inaugural del curso 2006-2007, Universidad de Zaragoza, septiembre 2007 519
- 9.3. Antigua Facultad de Medicina y Ciencias, hoy edificio Paraninfo de la Universidad de Zaragoza: (1) Jardines y fachada principal de estilo historicista, neorenacentista aragonés; en la planta de semisótano se acogió durante algo más de una década la Escuela de Artes y Oficios, precursora de las actuales escuelas de Ingeniería Técnica Industrial y de Artes Aplicadas; (2) Sesión solemne de inauguración, en el salón de actos, hoy Paraninfo de la universidad (*La Ilustración Española y Americana*, 1893) .. 522
- 9.4. Alegorías científico-técnicas y catedráticos de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza: (1) Alegorías de las Matemáticas (teorema de Pitágoras), Astronomía (figuración del planeta Marte), Física (electroscopio elemental) y Química (alambique); Calórico radiante (disco solar con rayos que nutre a una flor), las Ciencias (el búho es capaz de ver en la penumbra), la Electricidad (pila de Volta y tendido eléctrico); Zoología-Paleontología (terodáctilo), Botánica (la *Echeandia terniflora*), Mineralogía (diamante tallado como brillante en forma Regent) y Geología (volcán en erupción) (v. G. FATÁS: *El edificio Paraninfo de la Universidad de Zaragoza. Historia y significado iconográfico*, Zaragoza, 1993); (2) Tres de los profesores de la Facultad en el momento de su inauguración: a) Bruno Solano y Torres; b) Zoel García de Galdeano; c) José del Castillo y Ordóñez. (Grabados de L. Escolá, fotógrafo, profesor de Fotografía y reproducciones foto-químicas de la Escuela de Artes y Oficios) 523
- 9.5. Gumersindo de Vicuña y Lezcano (1840-1890), ingeniero industrial (RII, 1862), primer catedrático de Física Matemática y decano de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central 527
- 9.6. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, fundada en 1847: (1) Fachada de su sede desde mayo de 1897 (c/ Valverde); (2) Medalla de la Academia, cuyas figuras heráldicas (un ojo, una lente y un compás) refuerzan el sentido del lema en la bordura: *Observación y cálculo*; (3) Medalla Echegaray (instituida en 1907): la Academia la ha concedido en 13 ocasiones (en 4 a extranjeros), a personas de excepcional mérito 529
- 9.7. Primeros presidentes de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales: (1) Antonio Remón Zarco del Valle y Huet (1848-1866), ingeniero militar; (2) José Solano de la Matalinares, marqués del Socorro (1866-1882), arquitecto; (3) Cipriano Segundo de Montesinos y Estrada (1882-1901), ingeniero industrial; (4) José de Echegaray (1901-1916), ingeniero de caminos (óleos en la RACEFN, Madrid) 532
- 9.8. Textos decimonónicos de cuatro especialidades clásicas de las Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. (Bibliotecas de Ciencias y de Veterinaria, Universidad de Zaragoza) 535
- 9.9. Equipos e instrumentos de los laboratorios de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Sevilla, segunda mitad del XIX. (M.^a Teresa LÓPEZ DÍAZ: *Patrimonio Científico de la Universidad de Sevilla*, Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla, 2005) 539

- 9.10. Proyecto arquitectónico para la Facultad de Ciencias de la Universidad Central, por Eduardo Saavedra, ingeniero de caminos y arquitecto, 1887. (Fuente: J. C. ARBEX: *El Palacio de Fomento*, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, 1988) ..543
- 10.1. Torre del telégrafo óptico en el Retiro de Madrid: Destinada inicialmente a ser la cabecera de la nunca terminada línea de Barcelona, también hubiera podido servir para la línea de Andalucía. En ella estuvo la primera escuela de telegrafía eléctrica, creada por decreto de 6 de octubre de 1852. (Dibujo de *La Ilustración* de 3-V-1851) ... 556
- 10.2. Primer mapa de la red telegráfica eléctrica, 1861: «Carta telegráfica de España y Portugal compuesta bajo la dirección del Excmo. Sr. D. José María Mathé, director general del Cuerpo de Telégrafos, por el director de sección D. Ignacio Hacar y los subdirectores D. Rafael Palet y D. Vicente Villarreal [...] 1861» (Biblioteca de Catalunya)560
- 10.3. Alegoría del Cuerpo de Telégrafos: Tomada de la portada de las hojas de servicios de algunos funcionarios antiguos. (Archivo de Correos y Telégrafos) 566
- 10.4. Uniformes del Cuerpo de Telégrafos, 1863 (R. O. de 17 de octubre, publicada en la *Revista de Telégrafos* de 15-VIII-1864). Arriba, a la izquierda, subdirector de sección, y a la derecha, conserje y ordenanza. Abajo, telegrafistas primeros y segundos. (Museo Postal y Telegráfico) 570
- 10.5. Uniformes del Cuerpo de Telégrafos, 1863 (R. O. de 17 de octubre). Celador y oficial de sección a caballo. (Museo Postal y Telegráfico) 571
- 10.6. Insignias de las clases del Cuerpo de Telégrafos, 1867: Acompaña a una circular sobre uniformes del director general Salustiano Sanz y Posse, de 1 de febrero. (Museo Postal y Telegráfico) 576
- 10.7. Telégrafos en la plaza de Pontejos de Madrid, 1878: Construido a principios del siglo XIX, era conocido como Casa de Postas. (Portada del número extraordinario de *El Telegrafista Español* publicado el 24-XII-1893 como felicitación de Pascuas a sus lectores) 582
- 10.8. Número de funcionarios del cuerpo (personal subalterno y superior) 587
- 10.9. Retratos de tres telegrafistas ilustres del siglo XIX junto al del que fuera primer jefe del Cuerpo hasta 1864, José María Mathé y Arangua (dibujo de *La Ilustración Española y Americana* de 30-IV-1875). Antonino Suárez Saavedra (dibujo de *El Telégrafo Español* de 13-III-1891); Carlos Orduña y Muñoz (dibujo de *El Telegrafista Español* de 28-IV-1890) y José Casas Barbosa (fotografía de *La Naturaleza* de 18-V-1896) 596
- 10.10. Portadas de los primeros libros en castellano sobre telégrafo eléctrico y teléfono, publicados en Barcelona: (1) en 1851 por el ingeniero militar Ambrosio Garcés de Marcilla y Cerdán; (2) en 1878 por el entonces oficial en activo del Cuerpo de Telégrafos, José Casas Barbosa, 603
- 10.11. Difusión e innovación: (1) Portada del primer volumen (segundo semestre de 1899) de *La Energía Eléctrica*; (2) Auricular del aparato telefónico de Enrique Bonnet y Ballester, en los planos que acompañan a la solicitud de patente de invención que hizo el 21 de enero de 1882 (Archivo Histórico de la Oficina Española de Patentes y Marcas, expediente P2.143) 604

ÍNDICE DE CUADROS

0.1. Duración de los estudios «a lo menos» y materias que han de cursarse en las facultades de Ciencias	64
1.1. Evolución de la plantilla y el escalafón del Cuerpo de Ingenieros de Minas	93
1.2. Procedencia de los alumnos, 1777-1877 (escuelas de Almadén y Madrid)	96
1.3. Relación de aspirantes presentados a ingreso y aprobados, 1860-1877	100
1.4. Relación de alumnos matriculados y aprobados en la Escuela de Minas de Madrid	104
1.5. Competencias básicas del ingeniero de minas	108
1.6. Relación de alumnos matriculados en la Escuela de Capataces de Minas de Almadén, 1841-1877	119
2.1. Estructuración de la administración de las obras públicas en subinspecciones	133
2.2. Clasificación de los puertos españoles de interés general (Ley de Puertos, 1880)	138
2.3. Estadística de alumnos de la Escuela de Caminos (1834-1855)	146
2.4. Estadística de alumnos de la Escuela de Caminos (1855-1868)	147
2.5. Estadística de alumnos de la Escuela de Caminos (1868-1872)	148
2.6. Alumnos egresados de la Escuela de Caminos (1839-1899)	150
2.7. Directores de la Escuela de Caminos de Madrid	151
2.8. Relación de directores de caminos vecinales y obras de riego que presentaron proyectos de obras hidráulicas a mediados del siglo XIX	157
2.9. Alumnos salidos de la Escuela de Ayudantes de Obras Públicas (1857-1867)	159
2.10. Origen geográfico de los ingenieros salidos de la Escuela de Caminos entre 1839 y 1898	163
2.11. Ingenieros de caminos que fueron senadores en el siglo XIX	172
2.12. Ingenieros de caminos que fueron ministros durante el siglo XIX	174
2.13. Ingenieros de caminos en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales	176
2.14. Algunos académicos correspondientes en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, con la expresión del lugar de su residencia	177
3.1. Comparativa entre los planes de estudio de las carreras de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos (1849) y Arquitectura (1850)	196
4.1. Profesorado en las cátedras provinciales, a partir de 1833	246
4.2. Alumnado inscrito y certificados en el curso 1846-1847, según el informe de Alfonso	257
4.3. El Conservatorio de Artes en 1849	258
4.4. Datos sobre las seis Exposiciones Públicas de la Industria Nacional	284
4.5. Número de reales cédulas tramitadas e ingresos generados entre 1826 y 1832	288
4.6. Número de reales cédulas (privilegios de invención e introducción) tramitadas durante el período 1833-1850	289
4.7. Indicadores de la actividad entre la entrada en vigor de la ley de agosto de 1878 y la extinción del Conservatorio de Artes, en julio 1887	290
5.1. Los profesores que formaron parte de la plantilla del Real Instituto, hasta su cierre en 1867	309
5.2. Desglose de los costes reales de la enseñanza industrial	339
6.1. (Escuela Industrial de Barcelona). Alumnos internos en 1851	355
6.2. Alumnos en cada asignatura	355
6.3. Profesorado durante el curso 1888-1889	364
6.4. Alumnado de la Escuela de Artes y Oficios agregada a la de Industriales	376

6.5. Matrícula y titulados 1885-1896	381
6.6. Distribución de los estudiantes, según la categoría socio-profesional del padre	384
7.1. Programa de estudios de la Escuela Especial de Ingenieros de Montes	404
7.2. Evolución del escalafón del Cuerpo de Ingenieros de Montes	416
7.3. La situación de los ingenieros en el escalafón del Cuerpo de Montes	416
7.4. Atribuciones de los ingenieros de montes	436
7.5. La burocratización de la corporación forestal	443
8.1. Cátedras de Agricultura creadas hasta 1840	452
8.2. Evolución de las asignaturas impartidas en la Escuela General de Agricultura, 1900	485
8.3. Empleos de los ingenieros agrónomos según los escalafones del Cuerpo facultativo de 1883, 1894 y 1920	492
8.4. Resumen de las atribuciones de los ingenieros agrónomos	493
9.1. (Facultades de Ciencias). Secciones y grados según la Ley Moyano	517
9.2. Estudiantes matriculados	521
9.3. Costes alumno/año, en reales	521
9.4. La Licenciatura según el Plan García Alix	524
9.5. El doctorado según el Plan García Alix	525
A.1. Sobre la presencia de los personajes relacionados en este minidiccionario	614

ELEMENTOS DE CRONOLOGÍAS POR SECTORES TÉCNICOS EN EL SIGLO XIX

1. Algunas disposiciones o hitos relevantes	21
2. Disposiciones más relevantes sobre minería e ingeniería de minas	103
3. Legislación y normas relativas a las obras públicas e ingeniería de caminos, canales y puertos	154
4. Disposiciones relevantes sobre el Real Conservatorio de Artes y actividades relacionadas	268
5. Disposiciones más importantes relativas a las escuelas industriales e ingeniería industrial	319
6. Cronología de la Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona	386
7. Disposiciones relevantes de contenido forestal e ingeniería de montes	420
8. Efemérides vinculadas al proceso de institucionalización de la agronomía e ingeniería agronómica	463
9. Las ciencias exactas, físicas y naturales: elementos de una cronología	544
10. Disposiciones relevantes sobre las telecomunicaciones y el Cuerpo de Telégrafos	599

ÍNDICE

Presentación: Sobre la institucionalización profesional y académica de las carreras técnicas civiles.

<i>Manuel Silva Suárez</i>	7
0.I. Breve mirada al pasado: la herencia de la Ilustración	11
0.II. La conformación del panorama decimonónico	14
0.III. La imposible sinergia docente entre las carreras técnicas facultativas	29
0.III.1. El Trienio Liberal y la Escuela Politécnica civil y militar (1821)	29
0.III.2. El Cuerpo de Ingenieros Civiles y el Colegio Científico (1835)	32
0.III.3. La Escuela Preparatoria para Caminos, Minas y Arquitectura (1848-1855)	36
0.III.4. La Escuela General Preparatoria de Ingenieros y Arquitectos (1886-1892)	42
0.IV. Las escuelas especiales (o superiores) y la universidad: dos mundos débilmente conectados	52
0.IV.1. Sobre algunos planes de instrucción pública de la primera mitad del siglo	54
0.IV.2. A partir de la Ley Moyano (1857)	59
0.V. Una perspectiva del volumen	69
1. La ingeniería de minas: de Almadén a Madrid.	
<i>Luis Mansilla Plaza y Rafael Sumozas García-Pardo</i>	81
1.I. Organización institucional de la ingeniería de minas a comienzo del siglo XIX	82
1.II. El Cuerpo de Minas	86
1.III. La Escuela de Minas. Evolución a lo largo de la centuria	94
1.IV. Formación técnica y científica. Misión y actividades de los técnicos de minas	104
1.IV.1. La formación del ingeniero de minas	104
1.IV.2. La carrera profesional del ingeniero de minas	107
1.IV.3. El trabajo de los ingenieros de minas en la Comisión del Mapa Geológico de España	110
1.IV.4. Difusión de los conocimientos geológico-mineros	112
1.IV.5. El ingeniero de minas en la sociedad de su tiempo	115
1.V. La Escuela de Capataces de Minas de Almadén y otras escuelas de capataces de España	115
1.VI. A modo de conclusión	122
Bibliografía	124
2. Ingeniería de caminos y canales, también de puertos y faros.	
<i>Fernando Sáenz Ridruejo</i>	127
2.I. Breve recapitulación de antecedentes	128

2.II.	Evolución de la estructura administrativa de las obras públicas en España a lo largo del siglo XIX	129
2.II.1.	Hasta la muerte de Fernando VII	130
2.II.2.	Desde 1833 hasta 1868	132
2.II.3.	El último tercio del siglo	136
2.III.	La formación técnica y científica de los ingenieros de caminos ...	140
2.III.1.	Formación de los primeros ingenieros de caminos, hasta 1836	140
2.III.2.	Planes de estudios y vicisitudes de las primeras escuelas de caminos y canales	140
2.III.3.	La enseñanza en la Escuela de Caminos, Canales y Puertos a partir de 1834	142
2.IV.	Otros cuerpos y otras escuelas	156
2.IV.1.	Directores de caminos vecinales	156
2.IV.2.	Ayudantes de obras públicas y sobrestantes	157
2.IV.3.	La Escuela de Ayudantes de Obras Públicas	158
2.IV.4.	Los torreros de faros y la Escuela Práctica de Faros	159
2.V.	Estudio sociológico de los técnicos de obras públicas en el siglo XIX	161
2.V.1.	Procedencia profesional y geográfica	161
2.V.2.	Los ingenieros de caminos en la organización provincial de España ...	164
2.V.3.	Ingenieros de caminos en la política	167
2.V.4.	En las reales academias	175
2.V.4.1.	En la Academia de Ciencias	175
2.V.4.2.	En otras academias	177
2.V.5.	En otras instituciones, ateneos y sociedades filantrópicas	177
	Bibliografía	179
3.	La Escuela de Arquitectura de Madrid y el difícil reconocimiento de la capacitación técnica de los arquitectos decimonónicos. <i>José Manuel Prieto González</i>	185
3.I.	La nueva Escuela de Arquitectura: periodización y marco físico de la enseñanza	187
3.II.	Hacia la renovación desde la pluralidad: marcos conceptuales y planes de estudios	190
3.II.1.	Antecedentes	190
3.II.2.	A expensas de la Academia. La apuesta por la Escuela Especial y el fracaso de la Escuela de Nobles Artes	191
3.II.3.	La Escuela Preparatoria para Ingenieros y Arquitectos (primera edición) y su influencia en la Escuela de Arquitectura	193
3.II.4.	Las consecuencias de la Ley Moyano: de Escuela Especial a Escuela Superior, pasando por la Facultad de Ciencias	197
3.II.5.	La libertad de enseñanza y la creación de la Escuela de Arquitectos de Barcelona	200
3.II.6.	La segunda edición de la Escuela Preparatoria para Ingenieros y Arquitectos, y el último plan de estudios	204

3.III.	La evolución del cuerpo docente y de sus funciones	208
3.IV.	El alumnado: cifras, régimen disciplinario y exámenes	212
3.V.	Medios materiales de enseñanza	218
3.VI.	La práctica de las expediciones artísticas	220
3.VII.	El sistema de pensiones en el extranjero y su escaso atractivo entre los alumnos de Arquitectura	221
3.VIII.	Interrelaciones de la enseñanza y el mundo profesional: la Sociedad Central de Arquitectos y la prensa especializada	224
3.IX.	Clases profesionales subalternas: maestros de obras, directores de caminos vecinales, agrimensores, aparejadores y sobrestantes ..	229
	Bibliografía	232
4.	El Real Conservatorio de Artes (1824-1887), cuerpo facultativo y consultivo auxiliar en el ramo de industria. <i>Pío Javier Ramón y Manuel Silva Suárez</i>	235
4.I.	Precedentes hispanos: el Conservatorio de Artes y Oficios bonapartista (1810) y la Real Sociedad Económica Matritense (1775)	237
4.II.	Bajo la dirección de Juan López de Peñalver (1824-1834)	240
4.II.1.	Fundación	240
4.II.2.	Inicio de las actividades docentes	243
4.II.3.	Pensionados	248
4.III.	Relevo generacional y atonía (1835-1843)	250
4.IV.	Hacia el Real Instituto Industrial (1843-1850)	253
4.V.	En el Real Instituto Industrial (1850-1867)	259
4.VI.	Nueva etapa en solitario (1867-1887)	261
4.VII.	Cuerpo consultivo auxiliar en el ramo de industria	270
4.VII.1.	Centro técnico consultivo y sistema métrico decimal (pesas y medidas)	270
4.VII.2.	«Promover y arreglar las Exposiciones de los productos de la Industria Española»	276
4.VII.3.	Precedente de la Oficina Española de Patentes y Marcas	285
	Bibliografía	292
5.	El Real Instituto Industrial de Madrid y las escuelas periféricas. <i>José Manuel Cano Pavón</i>	295
5.I.	Legislación sobre la enseñanza industrial española entre 1850 y 1868	297
5.I.1.	Decreto fundacional de Seijas Lozano sobre la enseñanza industrial y disposiciones posteriores	298
5.I.2.	Decreto de Luxán de 1855 y reglamento posterior	301
5.I.3.	La Ley Moyano de 1857	302
5.I.4.	El Decreto y la Orden de 1858 (plan de estudios)	303
5.I.5.	La Orden de septiembre de 1860 y otras disposiciones posteriores ...	304

5.II. Evolución del Real Instituto Industrial de Madrid (1850-1867)	305
5.II.1. Evolución del centro	306
5.II.2. Profesorado	309
5.II.3. Medios materiales	310
5.II.4. Bibliografía utilizada en el Real Instituto y en las restantes escuelas industriales	313
5.II.5. Presupuesto de gastos e ingresos del Real Instituto	317
5.II.6. Ingenieros titulados en el Real Instituto Industrial y consideraciones finales sobre este centro	318
5.III. Las escuelas periféricas	320
5.III.1. La Escuela Industrial de Sevilla	320
5.III.2. La Escuela Industrial de Valencia	323
5.III.3. La Escuela Industrial de Vergara	326
5.III.4. La Escuela Industrial de Gijón	329
5.III.5. La Escuela Industrial de Cádiz	331
5.III.6. La Escuela Industrial de Málaga	334
5.III.7. La Escuela Industrial de Alcoy	335
5.III.8. La Escuela Industrial de Béjar	336
5.IV. El coste de la enseñanza industrial entre 1851 y 1867 y sus frutos ..	338
5.IV.1. Aspectos generales	338
5.IV.2. Los frutos de la enseñanza industrial	342
5.IV.2.1. Ingenieros titulados	342
5.IV.2.2. Alumnos efectivos de las escuelas industriales	343
5.IV.2.3. Comparación cuantitativa de la situación española respecto de la francesa en el ámbito de la ingeniería industrial	345
5.V. El cambio de rumbo a partir de 1868	346
5.VI.1. Las escuelas de Artes y Oficios. Los estudios de peritaje	347
Bibliografía	349
6. La Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona.	
<i>Guillermo Lusa Monforte</i>	351
6.I. De las escuelas de la Junta de Comercio a la Escuela Industrial Barcelonesa (1769-1851)	351
6.II. La primera época (1851-1867)	356
6.II.1. Los primeros años y las primeras inquietudes (1851-1855). La reforma de 1855	356
6.II.2. Reivindicación para Barcelona de la enseñanza superior (1857-1858). Primeras discusiones acerca del carácter de las enseñanzas	358
6.II.3. La Escuela y el submarino <i>Ictíneo</i> (1860)	359
6.II.4. El derrumbamiento del sistema de enseñanzas industriales (1860-1867). El pacto tripartito que salvó a la Escuela de Barcelona (1866)	361
6.III. La soledad de la Escuela de Barcelona (1867-1899)	363
6.III.1. El plan de estudios de 1868. Profesorado y sueldos	363
6.III.2. El traslado al edificio de la nueva Universidad (1873)	365
6.III.3. Las enseñanzas elementales. La Escuela de Artes y Oficios agregada a la de Ingenieros	371

6.III.4. La Escuela General Preparatoria de Ingenieros y Arquitectos (1886-1892)	378
6.III.5. El final de la soledad: la creación de la Escuela de Bilbao (1899)	382
6.III.6. Notas sobre el origen social de los estudiantes	384
6.IV. Cambio de siglo y cambio de modelo	389
Bibliografía	391
7. <i>Saber es hacer</i>. Origen y desarrollo de la ingeniería de montes y la profesión forestal.	
<i>Vicente Casals Costa</i>	395
7.I. Hombres e instituciones en la transición de la selvicultura a la dasonomía	396
7.II. La formación de los ingenieros de montes	399
7.II.1. «Saber es hacer»	401
7.II.2. Los programas	403
7.II.3. Los manuales	408
7.III. La constitución de la organización corporativa	409
7.IV. Los programas científicos y la actividad profesional	422
7.IV.1. Los ingenieros de montes en la Junta General de Estadística	423
7.IV.2. Las comisiones del Mapa y de la Flora forestales	424
7.IV.3. La orientación doctrinal y los conflictos corporativos	428
7.IV.4. La ingeniería de montes y las otras ingenierías	435
7.V. El agotamiento del impulso inicial	442
Bibliografía	444
8. Ingeniería agronómica y modernización agrícola.	
<i>Jordi Cartaña i Pinén</i>	449
8.I. Agronomía y agrónomos en la primera mitad del siglo XIX	449
8.I.1. Las Juntas Provinciales de Agricultura	452
8.I.2. Una nueva organización de la enseñanza agrícola	454
8.I.3. Granjas-modelo y escuelas prácticas de agricultura. Proyectos y realidades	456
8.II. La Escuela Central de Agricultura	458
8.II.1. El largo camino hacia los estudios superiores	459
8.II.2. El informe de 1850 de Mariano Miguel de Reinoso, base de la enseñanza agronómica	460
8.II.3. Los inicios de la Escuela Central de Agricultura	462
8.II.4. La Escuela General de Agricultura y el Instituto Agrícola de Alfonso XII. Continuidad y reformas	472
8.II.5. Dependencias y servicios	473
8.II.6. Ingenieros, peritos y capataces	478
8.III. La carrera agronómica	479
8.III.1. Los estudios preparatorios	480
8.III.2. Las enseñanzas en la Escuela General. Su evolución	482
8.III.3. Los exámenes y los alumnos	486

8.IV. Los empleos de los ingenieros agrónomos	488
8.V. Granjas experimentales y estaciones agronómicas: el caso de la granja de Zaragoza	495
8.V.1. La búsqueda de plantas fertilizantes	497
8.V.2. La mejora de los métodos de cultivo: la remolacha azucarera y la industria del azúcar	499
Bibliografía	500
9. La enseñanza de las ciencias exactas, físicas y naturales y la emergencia del científico.	
<i>Elena Ausejo</i>	507
9.I. La configuración de la ciencia como disciplina en la España contemporánea: autonomía académica y carrera profesional	510
9.I.1. Desde la muerte de Fernando VII hasta la Ley Moyano (1833-1857)	510
9.I.1.1. Del Plan del duque de Rivas a los planes moderados (1833-1845) ..	510
9.I.1.2. Los planes moderados (1845-1857): el Plan Pidal (1845)	513
9.II.2. De la Ley Moyano al Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes (1857-1900)	516
9.I.2.1. La Ley Moyano (1857)	516
9.I.2.2. El Plan García Alix (1900)	521
9.II. La formación de las comunidades científicas en la España contemporánea	526
9.II.1. La Academia de Ciencias	527
9.II.2. La Real Sociedad Española de Historia Natural	533
9.II.3. El penoso camino de la institucionalización	538
9.II.3.1. Química y física	538
9.II.3.2. Matemáticas	540
9.III. A modo de conclusión: la polémica de la ciencia española	544
Bibliografía	548
10. De las torres ópticas al teléfono: el desarrollo de las telecomunicaciones y el Cuerpo de Telégrafos.	
<i>Sebastián Olivé Roig y Jesús Sánchez Miñana</i>	551
10.I. El desarrollo de las telecomunicaciones	552
10.I.1. La necesidad de comunicaciones rápidas	552
10.I.2. Las torres ópticas	554
10.I.3. La implantación del telégrafo eléctrico	557
10.I.4. La restauración de la red	559
10.I.5. El teléfono como epílogo	563
10.II. La estructura del Cuerpo de Telégrafos	566
10.II.1. El precedente óptico y la línea eléctrica de Irún	566
10.II.2. La primera organización del personal de la telegrafía eléctrica	568
10.II.3. El desarrollo final del modelo de Mathé. Los ingenieros	571
10.II.4. La unificación	572
10.II.5. El Cuerpo descabezado del Sexenio	574

10.II.6.	La nueva clase de «aspirantes»	577
10.II.7.	La estructura consolidada en la Restauración	578
10.II.8.	El reglamento más duradero	580
10.II.9.	Mujeres y maestros de escuela en Telégrafos	583
10.II.10.	Los «peones» de la telegrafía	585
10.II.11.	El tamaño del Cuerpo	586
10.II.12.	Salarios y haberes pasivos	587
10.III.	La formación de los telegrafistas	588
10.III.1.	Los comienzos ópticos	588
10.III.2.	El reglamento de 1856	589
10.III.3.	La unificación de los facultativos	593
10.III.4.	El reglamento de 1876	597
10.IV.	El talante profesional de los telegrafistas: apuntes	600
10.IV.1.	El espíritu fundacional	600
10.IV.2.	El espíritu del Cuerpo	602
10.IV.3.	Ciencia y Escuela	603
10.IV.4.	Ciencia y competencias	605
	Bibliografía	608
	Apuntes biográficos	609
	Índice de ilustraciones	719
	Índice de cuadros	727
	Elementos de cronologías por sectores técnicos	728

