

MANUEL SILVA SUÁREZ, ed.

**TÉCNICA E INGENIERÍA  
EN ESPAÑA**

**IV**

**EL OCHOCIENTOS**  
**Pensamiento, profesiones y sociedad**

Rafael Rubén Amengual Matas	André Grelon
Juan Carlos Ara Torralba	Jesús Pedro Lorente Lorente
Javier Aracil Santonja	Guillermo Lusa Monforte
Ángel Calvo Calvo	Carlos Jesús Medina Ávila
Horacio Capel Sáez	José Ignacio Muro Morales
Francisco Fernández González	Javier Ordóñez Rodríguez
Irina Gouzévitch	Manuel Silva Suárez

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

Publicación número 2.736  
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: Pensamiento, profesiones y sociedad* / Manuel Silva Suárez. —  
Zaragoza: Real Academia de Ingeniería : Institución «Fernando el Católico» :  
Prensas Universitarias, 2007

776 p. : il. ; 24 cm. — (Técnica e Ingeniería en España ; IV)  
ISBN: 978-7820-920-0

1. Pensamiento-Sociedad-España-S. XIX. I. Institución «Fernando el Católico», ed.

© De los textos, sus autores, 2007.

© De las fotografías, sus autores. Eventualmente los servicios fotográficos de los archivos, bibliotecas, colecciones, fundaciones o museos que se citan.

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

Cubierta: La locomotora Mataró, de la primera línea de ferrocarril peninsular (Barcelona-Mataró, 1848), sobre un arco de fábrica. Flanquea la entrada al edificio de la Universidad de Barcelona por el «jardín anterior parte oeste», mientras que al este se encontraba una pequeña montaña de carbón de Sant Joan de les Abadesses, rematada con una vagoneta cargada con ese mineral. *Álbum de la Exposición Catalana de 1877* (fotos de Juan Martí). Ferrocarril, exposición y fotografía, tres rasgos característicos del singular desarrollo técnico del Ochocientos.

Contracubierta: Lámina (reordenada) de la monografía del ingeniero industrial (1856) Francisco de Paula Rojas Caballero-Infante, sobre «Calentamiento y ventilación de edificios», una de las primeras escritas sobre la materia en español (*Memorias de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid*, Madrid, vol. vi, 1868, pp. 221-283).

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

ISBN: 978-84-7820-920-0 (volumen iv)

Depósito Legal: Z-3885-07

Corrección ortotipográfica: Ana Bescós y Marisancho Menjón

Digitalización: María Regina Ramón y Cristian Mahulea

Maquetación: Littera

Impresión: ARPI Relieve, Zaragoza

IMPRESO EN ESPAÑA - UNIÓN EUROPEA

# Ingenieros militares: la formación y la práctica profesional de unos oficiales facultativos

José Ignacio Muro Morales  
Universitat Rovira i Virgili, Tarragona

Durante el Setecientos, la actuación profesional de los ingenieros del Ejército estuvo presente en los extensos dominios de la monarquía hispana. Su labor abarcaba amplias competencias en la ordenación del territorio. Esta situación cambió en los inicios del siglo XIX. En ese momento, la corporación debe adaptar el personal a la pérdida del espacio colonial y a unas competencias circunscritas al ámbito castrense. Los miembros de esta corporación deben atender a la reconstrucción de las fortificaciones y recintos amurallados del país, y presentar soluciones organizativas y técnicas en los diversos conflictos bélicos del Ochocientos. Para el desarrollo de actividades profesionales fuera del ejército, el cuerpo de ingenieros debe contar con la organización efectiva, desde la década de 1830, de diversas ramas de la ingeniería civil, de una competencia directa en la esfera pública y privada.

Hemos dividido este trabajo en cuatro partes. La primera analiza el crecimiento de la plantilla del cuerpo de ingenieros durante el siglo XIX. La segunda parte muestra los principales rasgos de su formación académica, considerada como «un barómetro de la ilustración militar». En el tercer apartado destacamos tres aspectos de su tarea profesional: el levantamiento de planos, el servicio de obras y las consecuencias derivadas de la gestión del sistema defensivo. En las páginas finales presentamos los términos de la reivindicación del «libre ejercicio de la ingeniería» y la asimilación de la ingeniería militar, en última instancia, a la ingeniería civil.

## I

### LA PLANTILLA DE UNOS MILITARES FACULTATIVOS

El cuerpo de ingenieros del Ejército, «distinguido por su instrucción y sus constantes y buenos servicios», tuvo que adaptar el perfil de la Edad Moderna a los nuevos

tiempos del Ochocientos<sup>1</sup>. En los primeros años de este siglo, un conjunto de medidas pone al día sus competencias. Entre ellas destaca la organización de un Regimiento de Zapadores y Minadores en 1802, la publicación de la Ordenanza de Ingenieros y la apertura de una Academia Especial de Ingenieros en 1803, y el Reglamento del Personal de Ingenieros en Indias de 1805. La creación del regimiento refuerza el carácter auxiliar del arma de ingenieros dentro del Ejército. Una parte de la oficialidad queda adscrita a esa unidad, ampliada de forma sucesiva, mientras que el resto continuará al servicio de plazas y comisiones facultativas.

La *Ordenanza que S. M. manda observar en el servicio del Real Cuerpo de Ingenieros* (1803) define unas funciones militares y el personal necesario para asumirlas. Las previsiones ascienden a 200 jefes y oficiales (60 para las labores del regimiento y 140 para el servicio) más el personal civil encargado del seguimiento de las obras<sup>2</sup>. En 1805, *el Reglamento adicional a la Ordenanza del Real Cuerpo de Ingenieros en Indias* regula el acceso y las recompensas de los ingenieros en los extensos «dominios de las Américas meridional y septentrional, Asia e islas Canarias». Las necesidades de personal en los territorios ultramarinos son estimadas en 60-70 oficiales. Estas cifras de partida no son una realidad hasta mucho después.

Los frecuentes cambios de régimen político durante el siglo causan constantes revisiones organizativas en el Ejército<sup>3</sup>. El cuerpo de ingenieros militares no es inmune a ello. En determinados momentos es, incluso, cuestionado. Una estrategia para soslayar las dificultades es la reivindicación de competencias profesionales que, a su vez, precisan un mayor número de jefes y oficiales.

Las cifras de jefes y oficiales apenas varía durante el primer tercio del siglo XIX. Según los *Estados del Cuerpo de Ingenieros* (libros que indican el orden del escalafón y los destinos), los dos centenares proyectados a principios de la centuria se alcanzan en la década de 1840. Medio siglo más tarde se llega a los 400 ingenieros. El detalle de esta evolución muestra notables altibajos, en una tendencia similar a otras corporaciones. Por ejemplo, la del cuerpo de caminos. A finales del siglo XVIII, este estaba compuesto por una quincena de profesionales; en el año 1836, momento de su refundación, se supera el centenar (116) y en 1853 alcanza los dos centenares<sup>4</sup>. A finales de siglo, en 1895, la plantilla de caminos es de 310 ingenieros.

En los primeros años del régimen de Fernando VII y durante la Década Ominosa, el número de ingenieros militares disminuye, como resultado de las purgas políti-

---

<sup>1</sup> Sobre la ingeniería del siglo XVIII ver las diferentes aportaciones en M. SILVA SUÁREZ (ed.), 2005.

<sup>2</sup> La *Ordenanza* de 1803 describe a los oficiales de ingenieros ocupados en la realización de proyectos de obras, y en la inspección de las diferentes fases de su ejecución. La atención cotidiana a los asuntos derivados del mantenimiento de las plazas quedaba en manos del personal auxiliar, bajo la denominación de maestros mayores y sobrestantes mayores. Sobre las condiciones personales y privadas del ingeniero español durante el siglo XVIII, ver M. GALLAND-SEGUELA, 2004.

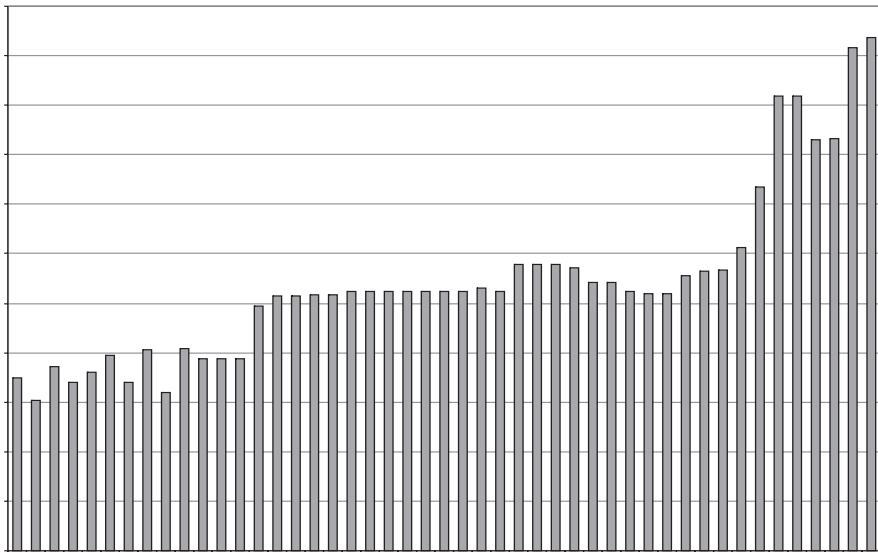
<sup>3</sup> F. FERNÁNDEZ BASTARRECHE, 1978, pp. 27-55.

<sup>4</sup> «Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos», *Revista de Obras Públicas*, 1899.

cas y de las dificultades presupuestarias. El escalafón de 1818 muestra esa regresión. En concreto, el Ministerio de la Guerra maneja, para ese año, una reducción a 136 miembros. El resto, hasta un total de 67 jefes y oficiales, queda reservado para otras tareas o en excedencia forzosa.

Los recursos y el personal tardan varios años en aumentar. En plena discusión de las reformas militares planteadas en el Trienio Liberal, los responsables de la corporación proponen un aumento de efectivos, fundamentado en la necesidad del servicio del Estado<sup>5</sup>. Tras la fracasada etapa de proyectos liberales, los problemas políticos originan la baja en el cuerpo de algunos ingenieros, que ingresan en el cuerpo de caminos en la década de 1830<sup>6</sup>.

Hasta 1828 no es posible una cierta reorganización. Ese año, un proyecto del Ministerio de la Guerra todavía plantea una importante reducción de personal. Una memoria redactada por un oficial de ingenieros expone que «la disminución del 65% que se propone en el Cuerpo de Ingenieros es infundada, es injusta y es perjudicial al servicio del Rey»<sup>7</sup>. Finalmente, las previsiones quedan en 128 jefes y oficiales. Desde



**10.1. Número de ingenieros del Ejército según los escalafones del Cuerpo.** (Fuente: Estados del Cuerpo de Ingenieros del Ejército, 1802-1891).

<sup>5</sup> *Indicaciones sobre el arreglo del arma de Ingenieros...*, 1820, pp. 6, 19 y 36-37.

<sup>6</sup> Es el caso de José García Otero, Baltasar Hernández, Pedro Severo Robles y Elías Aquino. Véase A. RUMEU DE ARMAS, 1980, pp. 401-402 y 466-467.

<sup>7</sup> Real Cuerpo de Ingenieros, 1828, p. 2.



**10.2. Alegoría y emblemas del Real Cuerpo de Ingenieros del Ejército:** (1) Alegoría de la primera mitad del siglo XIX. Simbólica representación del carácter científico y técnico de la corporación, con claras referencias a su labor en los entornos fortificados. (2) Tres emblemas del Cuerpo de Ingenieros con el característico torreón (años 1850); el central simboliza el carácter militar y auxiliar del Arma; el primero es de carácter más administrativo, mientras que el último, más heráldico, lleva su clásica orla vegetal de roble (la dureza) y laurel bayado (el éxito, la fama), empleando corona real cerrada, y condecoración militar concedida por Alfonso XII en el centro abajo. (Fuente: Estados del Cuerpo de Ingenieros, varios años).

ese momento la plantilla empieza a crecer. Al final de la Década Ominosa, el número de efectivos es de 157, cifra manejada por las reformas de los primeros años del siglo.

La organización de la Academia de Ingenieros en Guadalajara consigue estabilizar los ingresos y, a la larga, origina crecimientos de la plantilla y del número de promociones, hasta alcanzar los 230 ingenieros en los años sesenta. La creación de nuevas secciones del cuerpo, como los diversos regimientos y batallones<sup>8</sup> y la Brigada Topográfica de Ingenieros también tiene repercusiones en el aumento del personal.

A mediados de la década de 1860, las dificultades de la Hacienda Pública estabilizan la plantilla. A partir del año 1870 esa tendencia empieza a cambiar al hilo de los avatares políticos y militares. Una Real Orden de 23 de marzo de 1871 aprueba una propuesta de destinos con el objetivo de afrontar la guerra carlista. El conflicto cubano y la insurrección cantonal también colaboran en nuevos aumentos de personal. En el año 1875, al inicio de la Restauración monárquica, el número de jefes y oficiales asciende a 300. A finales de la década siguiente se superan los cuatro centenares.

A lo largo de aproximadamente un siglo —entre 1803 y 1901—, contabilizamos un total de 104 promociones de ingenieros, de las que resultan 1.448 personas ingresadas en la corporación<sup>9</sup>. Ello supone una incorporación media de algo más de 14 ingenieros por año (cuadro 10.1).

Períodos	Promociones	Años	Ingenieros	Ingenieros/ promoción	Ingenieros/año
1803-1807	9	5	87	9,6	17,4
1808-1814	7	7	95	13,5	13,5
1815-1832	8	18	85	10,6	4,7
1833-1840	8	8	70	8,7	8,7
1841-1867	28	27	330	11,7	12,2
1868-1874	10	7	123	12,3	17,5
1875-1901	34	27	658	19,3	24,3
<b>TOTAL</b>	<b>104</b>	<b>99</b>	<b>1.448</b>	<b>11</b>	<b>14,6</b>

**Cuadro 10.1. Ingenieros militares en España, 1803-1901, por promociones.** (Fuente: BOSCH, 1911, y LÓPEZ MUIÑOS, 1993).

<sup>8</sup> Las unidades ligadas al Regimiento Real de Zapadores y Minadores, organizado en 1802, aumentan a lo largo del siglo y se añaden nuevas secciones en distintos lugares del país. En 1844 el cuerpo de ingenieros consta de un regimiento compuesto de seis compañías: cuatro de zapadores, una de pontoneros y otra de minadores. En 1860 es organizado el segundo regimiento. Dos años después queda organizado un batallón de obreros ingenieros de seis compañías, destinado a las obras de fortificación de Mahón y Ferrol. Las obras de fortificación llevadas a cabo durante la guerra carlista demandan nuevas unidades del cuerpo de ingenieros. En 1875 queda establecido el tercer regimiento de zapadores y minadores, más otro de pontoneros. Dos años después, en 1877, se crea un regimiento montado en Guadalajara, encargado del uso militar del ferrocarril.

<sup>9</sup> M. BOSCH y ARROYO, 1911, pp. 277-311; y J. LÓPEZ MUIÑOS, 1993, tomo II, pp. 557-781.



Como hemos señalado, la instalación de la academia en Guadalajara, desde la década de 1840, aporta de forma sostenida nuevos ingenieros a la corporación, como los 330 promocionados entre 1841 y 1867. En este sentido, la última parte del siglo es la más relevante: desde el año 1866 y hasta finales del siglo, ingresan en el cuerpo 827 ingenieros, el 72% de todo el periodo.

La distribución por empleos muestra, en los años iniciales del siglo, una elevada proporción de oficiales. En 1802, el 64% de la plantilla son tenientes y capitanes (cuadro 10.2). Al final de la guerra de la Independencia esa proporción desciende de forma importante, hasta el 46,5%. Con posterioridad, las proporciones iniciales de la oficialidad aumentan, y en el Sexenio Democrático ascienden hasta el 70%, para descender de forma suave en los años finales del siglo.

Años	CLASES Y EMPLEOS						
	Directores subinspectores	Coroneles	Tenientes coroneles	Sargentos mayores/ comandantes	Capitanes 1.ºs-2.ºs	Tenientes	Total escalafón
1802	8	12	15	15	50	40	140
1807	8	15	22	15	49	40	149
1809	8	16	20	12	40	40	136
1815	11	33	21	12	52	15	144
1818	10	16	20	0	34	56	136
1821	10	16	33	0	47	56	162
1828	9	16	20	2	40	41	128
1836	10	16	18	10	50	51	155
1842	14	15	18	16	58	77	198
1850	15	14	19	18	61	80	207
1861	12	18	21	19	71	90	231
1870	9	19	18	20	66	90	222
1874	13	21	18	24	76	93	245
1875	15	21	21	29	88	120	294
1876	17	23	26	34	111	156	367
1877	17	23	26	37	110	154	367
1878	17	25	28	45	105	112	332
1889	19	24	36	49	118	160	406
1891	16	28	37	58	126	150	415

**Cuadro 10.2. Distribución de la plantilla de ingenieros del ejército por empleos.** (Fuente: Elaboración propia a partir de *Estados del Cuerpo de Ingenieros*, 1802-1891).

Al final del siglo XIX, la plantilla de ingenieros del Ejército supera los cuatro centenares y dobla las previsiones de la Ordenanza de 1803. Esta norma reguló con deta-



lle el funcionamiento de la corporación. También podemos considerar a esta como la compilación de varios reglamentos dispersos, que otorga competencias profesionales en el ámbito militar<sup>10</sup>, e incluye importantes consideraciones sobre los contenidos de la enseñanza de la ingeniería militar. A ella dedicamos ahora nuestra atención.

## II

### LA ACADEMIA ESPECIAL DE INGENIEROS

Este apartado está dividido en dos epígrafes. El primero analiza la adaptación de los estudios académicos al nuevo papel del ingeniero militar de principios de siglo. El segundo describe el proceso de renovación de la enseñanza llevada a término en los inicios del período liberal. Las características básicas de esa reforma perdurarán hasta finales de siglo.

#### *II.1. «El barómetro de nuestra ilustración militar»*

Los elementos básicos de la enseñanza de la ingeniería militar quedan definidos a principios de siglo, con la puesta al día de los contenidos y la organización de un centro «especial». Como queda dicho, las reformas emprendidas en el Ejército a finales del siglo XVIII y comienzos del XIX refuerzan el carácter militar de la corporación. Uno de los factores dinamizadores del cambio hacia el carácter militar de la corporación es la creación de la Inspección de Caminos y Canales (1799), y su escuela «especial» (1802). La organización, aún más nominal que efectiva, de otros cuerpos, como el de Ingenieros Cosmógrafos (1796), con competencias en la ingeniería geográfica, o la mencionada Inspección de Caminos y Canales, abre la vía para la aparición de otros cuerpos del Estado, la mayoría de ellos con competencias civiles<sup>11</sup>.

El nombramiento, en 1797, de José Urrutia y las Casas (1739-1803) como ingeniero general, en sustitución de Francisco Sabatini (1722-1798), desencadena una serie de cambios, algunos con consecuencias para la formación de los ingenieros militares<sup>12</sup>. La formación del ingeniero debe asumir las modificaciones experimentadas por la táctica militar en el manejo de grandes ejércitos, como habían mostrado las campañas de las tropas revolucionarias francesas. La tradicional guerra a partir de la

<sup>10</sup> La *Ordenanza* de 1803 destaca las características propias del cuerpo y el mantenimiento de las «gracias y privilegios anteriores». Sobre ello ver pp. 461-477.

<sup>11</sup> H. CAPEL, J. E. SÁNCHEZ y O. MONCADA, 1988, pp. 90-94 y 207-216.

<sup>12</sup> Urrutia es autor de un *Plan de campaña contra Portugal* (1800) y de unas *Reflexiones sobre la importancia del cuerpo de ingenieros, su constitución actual, defectos que en ella se encuentran y medios que se han considerado a propósito para corregirlos y perfeccionar aquel* (1801) (citado en J. ALMIRANTE, 1876, pp. 860-861), base de las reformas de 1803. Este plan consigue el apoyo de Godoy, quien el 11 de julio de 1803 promulga la *Ordenanza del Real Cuerpo de Ingenieros*, con Antonio Samper como jefe del Estado Mayor de Ingenieros, sustituto del ingeniero general, el Príncipe de la Paz.

táctica de sitios fortificados queda obsoleta, y las ciudades y las plazas fuertes desempeñan un papel menos destacado en el dominio militar. La fortificación abaluartada, con su carácter de defensa fija, pierde relevancia ante la capacidad de movimiento de las grandes unidades militares.

El cuerpo de ingenieros empieza a adaptarse a esa situación con la organización en 1802 del Regimiento Real de Zapadores-Minadores, una unidad especializada y de mayor capacidad de maniobra, a las órdenes de los oficiales del cuerpo. En consonancia con las nuevas necesidades formativas del ejército y con los aires de centralización, en 1801 quedan suprimidos un conjunto de centros académicos militares, entre ellos los de los ingenieros. Otro aspecto destacado de los cambios organizativos con implicaciones educativas es la creación en 1803 del Museo de Ingenieros, formado con modelos de artillería y fortificación, así como con materiales adquiridos en Francia. El ingeniero Juan José Ordovás y el oficial de artillería Joaquín Navarro son los encargados de su dirección<sup>13</sup>.



**10.3. Sede de la Academia del Real Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Alcalá de Henares:** Sucesora de la dieciochesca Real Academia de Matemáticas de Barcelona, fue inaugurada en septiembre de 1803, bajo el impulso del ingeniero general José de Urrutia. Fue el centro básico de formación de los ingenieros militares hasta 1830; no obstante, en diversos momentos, las enseñanzas fueron impartidas en otros lugares. (Fuente: J. CARRILLO DE ALBORNOZ Y GALBEÑO et al.: Abriendo camino..., 1997).

<sup>13</sup> *Estudio Histórico*, 1911, tomo I, pp. 45-53, y H. CAPEL, J. E. SÁNCHEZ y O. MONCADA, 1988. Sobre Juan José Ordovás y Sastre, ver H. CAPEL et ál., 1983, p. 353; A. BONET CORREA, 1991, pp. XXV-XXVI y LVIII, nota 3.

La organización de un centro académico de ingenieros cercano a la corte origina la desaparición de las academias de Barcelona y Cádiz. La prestigiosa Academia de Matemáticas barcelonesa cierra sus puertas en 1802 y su biblioteca es trasladada a Alcalá de Henares<sup>14</sup>, sede del nuevo centro de enseñanza. El paso por este debe proporcionar «la instrucción y conocimientos teóricos para el desempeño de las vastas y complicadas funciones de su instituto» y «dar a los subtenientes el completo de la instrucción que exige el desempeño de las vastas e importantes funciones de un ingeniero, así en paz como en guerra»<sup>15</sup>. La dirección académica recae en Pedro Giraldo, sustituido poco después por Carlos Francisco Cabrer, antiguo profesor de la Academia de Matemáticas. Los estudios, de carácter teórico y práctico, son diseñados para un periodo de tres años. Estos abarcan cuatro grandes apartados: matemáticas, ciencias de la guerra, arquitectura y dibujo militar. Así, junto a la parte estrictamente militar, deben impartirse principios de matemáticas y de física, con argumentos trigonométricos, astronómicos, geográficos y de levantamiento de planos, así como una amplia formación en arquitectura e ingeniería civil y militar (cuadro 10.3). Comparados con los contenidos de los planes de estudios del siglo XVIII, suponen un aumento del nivel de conocimientos<sup>16</sup>. Estas directrices quedan concretadas en una instrucción particular, que asienta los preceptos formativos en una importante base matemática y científica<sup>17</sup> y resalta la importancia de las materias técnicas y de representación gráfica.

Primer año	Segundo año	Tercer año
Álgebra	Artillería: teoría y práctica de las minas	Principios de óptica y perspectiva
Cálculo infinitesimal		Trigonometría esférica
Dinámica e hidrodinámica	Ataque y defensa de plazas	Astronomía
Fortificación real y de campaña	Táctica general y del arte de acampar	Geografía
	Operaciones de guerra, de campaña y de su dirección	Levantamiento de planos y mapas
	Estrategia o ciencia del general	Arquitectura

**Cuadro 10.3. Materias teóricas de la Academia de Ingenieros de Alcalá de Henares, 1803.** No se incluye el Dibujo. (Fuente: *Ordenanza de Ingenieros* de 1803, tomo II, pp. 367-370).

<sup>14</sup> H. CAPEL, J. E. SÁNCHEZ y O. MONCADA, 1988; y J. M. MUÑOZ CORBALÁN, 2004.

<sup>15</sup> *Ordenanza de Ingenieros* de 1803, tomo II, pp. 365-367.

<sup>16</sup> H. CAPEL, J. E. SÁNCHEZ y O. MONCADA, 1988, pp. 207-216.

<sup>17</sup> El artículo 14 (*Instrucción preliminar*, 1803) destaca la importancia del aprendizaje de las matemáticas para un ingeniero: «Los profesores harán entender a sus alumnos cuán preciso es a todo ingeniero asegurarse en los principios de la Matemática para conseguir los fines que deben esperarse de este útil establecimiento». Sobre los contenidos matemáticos ver M. Á. VELAMAZÁN, 1989, y M. Á. VELAMAZÁN y E. AUSEJO, 1989.

En el desarrollo de algunas materias destaca la insistencia en el carácter «moderno» de los contenidos. La asignatura de Ataque y defensa de plazas debe explicar los principales métodos modernos, y la Fortificación real y de campaña debe incluir el estudio de los nuevos sistemas de fortificación,

manifestando a los alumnos sus ventajas e inconvenientes: asimismo se les explicarán los principios que deben seguirse para determinar la situación, extensión y número de las fortalezas, relativamente a la naturaleza de las costas y fronteras, a las fuerzas del estado, y demás consideraciones precisas.

Por su parte, la Geografía y el Levantamiento de planos y mapas, en una clara continuidad con los contenidos de la Academia de Matemáticas, ocupan un lugar relevante del programa. Además, los futuros ingenieros deben estudiar amplios contenidos de la arquitectura:

los cinco órdenes, la montea, medición de bóvedas, cálculo de sus pies derechos, y de los muros que sostienen terraplén; la teoría de las maderas, y su aplicación a las construcciones: el conocimiento de los materiales, y la fábrica y distribución de los edificios militares y civiles, y de las obras de fortificación: el cálculo de las excavaciones y desmontes: construcciones de caminos, puentes, presas, esclusas, aqüeductos, canales de riego y navegación: modo de hacer navegables los ríos, y asegurar sus orillas: de precaver las inundaciones, y practicarlas en los casos oportunos, y de desecar los pantanos, lagunas, etc., las construcciones de malecones y de los muelles, y demás obras hidráulicas que suelen ofrecerse en las Plazas marítimas. En esta misma clase se instruirá a los subtenientes en el régimen y dirección de las obras por asiento y administración, modo de formalizar los asientos, y hacer las tablas de los precios, mediciones de obras, formar relaciones, presupuestos, y quanto conduce a que adquieran los conocimientos necesarios para desempeñar con orden y economía este importante encargo<sup>18</sup>.

La enseñanza del dibujo es considerada básica en la formación del ingeniero. El dominio de los diferentes lenguajes de expresión gráfica requiere una práctica continuada. El profesor debe explicar

sus principios fundamentales, la aplicación de los colores, según las reglas del arte y de convenio, y el modo de determinar geoméricamente las sombras. [...] Les hará trabajar planos y perfiles en grande de un revellín, contraguardía, garitas, puentes estables y levadizos, caponeras, rastrillos, cuerpos de guardia, quarteles, almacenes de toda especie, cisternas, arsenales, hospitales, iglesias y demás edificios, así sencillos, como a prueba de bomba, que se necesitan en las Plazas de guerra. También harán planos en grande de escaleras, armaduras para cubrir los edificios, entarimados, y demás que son conducentes a darles los conocimientos precisos para la formación y ejecución de los proyectos de las obras necesarias en una Plaza, y de las que se construyen sobre terrenos pantanosos, agua durmiente o corriente, como los muelles, esclusas, diques, etc., manifestando el modo de cimentarlas. Delinearán planos y perfiles de puentes militares de todas especies en escala grande, para que sean perceptibles todos los detalles de

---

<sup>18</sup> *Ordenanza*, 1803, tomo II, p. 369.

su construcción, de que les dará el Profesor los conocimientos necesarios. Les explicará también el modo de hacer los sondeos, y de representar el terreno en los planos y vistas, imitando a la naturaleza en todos sus coloridos y accidentes; imponiéndoles en el modo de expresar los planos de batalla, campamentos y marchas de Ejércitos<sup>19</sup>.

El programa de estudios también incluye un apartado práctico, en el que destacan ejercicios y operaciones con instrumentos y el empleo de diversas técnicas de levantamiento de planos, como los siguientes:

- Uso de los instrumentos que se emplean para el levantamiento de planos, medición de distancias y alturas, nivelación y corte de perfiles del terreno.
- Operaciones de levantamiento de planos por métodos sencillos sin instrumentos, apreciar a ojo las distancias y alturas, y formar bosquejos del terreno, imponiéndoles en la traza de las obras de campaña y demarcación de campos.
- Nivelación de los ríos y arroyos, medición de su velocidad, y la cantidad de agua que fluyen, «con las demás prácticas que puedan ofrecérseles en el discurso de su carrera»<sup>20</sup>.

La organización del Regimiento de Zapadores es también relevante en la formación de los ingenieros. Con esta unidad es posible ejercitar «todas las prácticas que puedan ofrecérseles en el discurso de una guerra». Su desarrollo precisa un «parque» con los útiles y enseres necesarios, y un terreno próximo a Alcalá de Henares con el objeto de construir frentes de fortificación y otras obras exteriores. En esos ejercicios, los oficiales han de estudiar las características del terreno, formar planos y perfiles de las obras, proyectar galerías, ramales y hornillos de las minas, así como realizar levantamientos de planos y la formación de bosquejos, reconocimientos y descripciones militares del país. Una vez al año, los ejercicios de fortificación, de ataque y defensa de plazas culminan en un simulacro de sitio de una plaza de guerra.

Los exámenes son frecuentes: cada cuatro meses y al final de cada año. Una vez concluidos los estudios, se efectúan pruebas generales y públicas tanto de las materias como del dibujo. La superación de estas posibilita el acceso a la promoción a tenientes de ingenieros.

La renovación de los estudios de la ingeniería militar precisa la redacción de nuevos tratados y manuales. Mientras tanto, deben elegirse las obras «más a propósito de las que en el día existen». En este sentido, entre las dotaciones materiales de la Academia de Ingenieros está una biblioteca y la sala de instrumentos y modelos. A tal fin, como se ha señalado, se recaban los enseres de otros centros, más los efectos de la sala de dibujo organizada provisionalmente en Madrid. La nueva academia, instalada en los conventos de San Basilio y de la Merced Calzada de Alcalá, abre sus puertas el 1 de septiembre de 1803.

<sup>19</sup> *Ordenanza*, 1803, tomo II, pp. 369-370.

<sup>20</sup> *Ordenanza*, 1803, tomo II, pp. 385-386.

Estos cambios quedan truncados con la guerra de la Independencia. Durante el conflicto, y debido a la demanda de oficiales, aparecen promociones de ingenieros con orígenes diversos. Como alternativa a la Academia de Alcalá se proponen varias sedes, hasta que se decide aprovechar las enseñanzas de la Escuela de Artillería en Cádiz. El centro gaditano permanece abierto hasta 1813, fecha de entrada de las tropas españolas en Madrid<sup>21</sup>. Desde entonces, se activan los trámites para la reconstrucción de la Academia de Ingenieros en Alcalá. La regencia ordena su restablecimiento en esta ciudad por Real Orden de 26 de julio de 1814, y los primeros aspirantes ingresan al año siguiente. El 30 de noviembre de 1816 se aprueba el *Reglamento adicional a la Ordenanza del Real Cuerpo de Ingenieros para el establecimiento militar de Alcalá de Henares*, una de las primeras modificaciones de la Ordenanza de Ingenieros. Esta norma restablece los contenidos educativos planteados en la reforma de 1803, con una ampliación de los estudios a cuatro años. El centro académico es considerado «el barómetro de nuestra ilustración militar».

La ampliación del periodo de formación académica viene acompañada por una disminución de materias científicas exigidas en el ingreso. Por el contrario, el plan de estudios aumenta el número de materias científicas y concreta el apartado práctico. Los contenidos matemáticos han de relacionarse con otros aspectos de la formación del ingeniero. Así, las matemáticas puras y mixtas deben centrarse en cuestiones de trigonometría y cálculo, con aplicaciones a la geodesia, la arquitectura y la ingeniería. Por su parte, el dibujo constituye una materia y una habilidad de carácter transversal: desde los fundamentos de la geometría descriptiva, tiene que atender a la representación en «una superficie los objetos de tres dimensiones, y a deducir de la descripción exacta de los cuerpos sus propiedades». El desarrollo de la geometría descriptiva, realizado por el profesor Mariano de Zorraquín, refuerza la enseñanza del dibujo<sup>22</sup>. Otras materias como la óptica y la perspectiva tienen un papel similar. El dibujo es también un recurso en el estudio de la fortificación, la arquitectura e ingeniería, a través de la delineación y el lavado de figuras y proyectos.

El reglamento de 1816 concreta la parte práctica de la enseñanza, de nuevo a través del manejo de instrumentos topográficos, como el grafómetro, el teodolito, el círculo repetidor y la plancheta, así como el levantamiento de planos con criterios geométricos. Con todo ello, los alumnos deben dominar las técnicas de la cartografía topográfica, nivelación incluida:

Se les instruirá en el uso de los instrumentos de reflexión para medir ángulos, haciéndoles conocer las grandes y delicadas operaciones de la geodesia y las diversas proyecciones empleadas en los mapas y demás [...] se ejecutarán en las diferentes prácticas de la nivelación para el corte de perfiles del terreno, la traza de caminos y canales<sup>23</sup>.

---

<sup>21</sup> «Vicisitudes...», 1908, p. 212.

<sup>22</sup> M. de ZORRAQUÍN, 1819.

<sup>23</sup> *Reglamento adicional a la Ordenanza*, 1816.

Esas habilidades técnicas y los conocimientos geodésicos necesarios posibilitan a los ingenieros del Ejército «desempeñar las importantes comisiones que pueden encargársele sobre este ramo».

A pesar de los referentes señalados hasta aquí, la reapertura del centro se realiza con importantes carencias. La redacción y adquisición de los textos académicos e instrumentos avanza con lentitud. Durante el primer curso, el jefe de estudios reivindica mayores recursos: «La enseñanza, Sr., se va haciendo más costosa a proporción que va siendo más perfecta; hace algún tiempo que son en un muy pequeño número los libros e instrumentos de uso común [...]»<sup>24</sup>. Los planteamientos del nuevo desarrollo educativo dependen de las dotaciones institucionales, y el régimen de Fernando VII financia pobremente los centros de enseñanza, aspecto que implica una paralización de sus actividades. El plan de estudios de 1816 no es efectivo hasta mediados de 1830.

Durante el Trienio Liberal (1820-1823) los directores de la corporación insisten en la relevancia del centro académico<sup>25</sup>. También abundan los proyectos de puesta al día, pero el corto periodo constitucional y el inicio de la Década Ominosa impiden su desarrollo. La Orden de la Regencia de 27 de septiembre de 1823 disuelve el centro académico, debido a las dudas sobre la afección al régimen de los miembros de la corporación. En 1824 es organizado un Colegio General de todas las armas para la formación de oficiales, incluida la parte facultativa «alejando toda idea de rivalidad entre las diferentes clases que componen el Ejército»<sup>26</sup>. Tras dos años de funcionamiento de este colegio, en 1826 el ministro de la Guerra José Ibarrola y el ingeniero general Ambrosio de la Quadra restablecen la Academia de Ingenieros en Madrid. Los contenidos del centro son regulados por el plan de estudios de 1816, modificado en 1828 con pocos cambios<sup>27</sup>. En los años siguientes, la Academia de Ingenieros queda instalada en Ávila y Talavera de la Reina<sup>28</sup>. De las dificultades del período habla el hecho de que durante ocho años no hay ninguna promoción de ingenieros. La etapa liberal cambiará ese estado de cosas.

<sup>24</sup> *Memoria sobre el arreglo del Real Cuerpo de Ingenieros*, 21 de junio de 1817. A pesar de las dificultades, existe constancia documental de uno de los primeros ejercicios de simulacro realizados en la academia: *Plan del simulacro que se propone ejecutar el Regimiento Real de Zapadores Minadores Pontoneros*, con motivo del paso de S. M. por Alcalá; *Mapa geográfico del país, que se supone ha de servir de teatro de operaciones de los dos ejércitos* (escala 1:300.000), 1818; y *Plano topográfico del terreno que sirve de campo de batalla a la acción que se supone entre la vanguardia y la retaguardia de los dos ejércitos* (escala 1:4.000), 1818. (Cits. en CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS, 1972, p. 159).

<sup>25</sup> *Indicaciones sobre el arreglo del arma de ingenieros...*, 1820, pp. 26 y 29-31.

<sup>26</sup> *Reglamento para el Colegio General Militar...*, 1824, pp. 3-4.

<sup>27</sup> A. de la QUADRA, 1828.

<sup>28</sup> Del paso de la Academia de Ingenieros por Talavera de la Reina queda un documento gráfico que forma parte de un ejercicio de los aspirantes a ingenieros: *Plano de población y croquis de Talavera, levantado al paso y a ojo por los subtenientes alumnos de las clases 3.ª y 4.ª de la Academia de Ingenieros en las prácticas del año 1830, y dibujado por Don José Campuzano*, escala 1:2.500, 27 x 60 cm. (Citado en SERVICIO GEOGRÁFICO DEL EJÉRCITO, 1974, p. 76).



## II.2. *Los estudios de ingeniería militar del liberalismo a la Restauración*

Con el final del régimen absolutista empieza una reestructuración de los diferentes niveles educativos civiles y militares. El 13 de septiembre de 1833 la Academia de Ingenieros queda ubicada en Guadalajara. Después de años de devaluación de los estudios, el ingeniero general Luis María Balanzat (1775-1843) organiza en 1835 una comisión de profesores con objeto de ponerlos al día. La necesidad de adaptación al nuevo marco político y profesional del momento ante la organización efectiva de cuerpos civiles de ingenieros<sup>29</sup> está en el punto de mira de los responsables de la corporación.

El ingeniero militar y profesor de la academia Fernando García San Pedro (1793-1854) es el encargado de coordinar los cambios. El resultado de su trabajo es una memoria donde reflexiona sobre el funcionamiento del centro y propone modificaciones. Sus reflexiones son valoradas por los oficiales Bartolomé Amat y Celestino del Piélago. Tras ello, una comisión de profesores, formada por el propio García San Pedro, Piélago y Francisco Martín del Hierro, redacta un reglamento provisional, aprobado en julio de 1835<sup>30</sup>. Poco después, en 1837, las condiciones de acceso al centro quedan reguladas por la *Instrucción provisional para los aspirantes a alumnos de la Academia de Ingenieros del Ejército*, que abre sus puertas a los civiles<sup>31</sup>.

Con el objetivo de recoger experiencias de otros países, Fernando García San Pedro viaja a Francia y Bélgica al año siguiente, para analizar los sistemas de enseñanza de, entre otras, la Escuela Politécnica y la de Aplicación de Metz. En su informe, este ingeniero y matemático<sup>32</sup> resalta la importancia para el currículum del ingeniero militar tanto de las ciencias «especulativas» (matemáticas puras) como de las físicas:

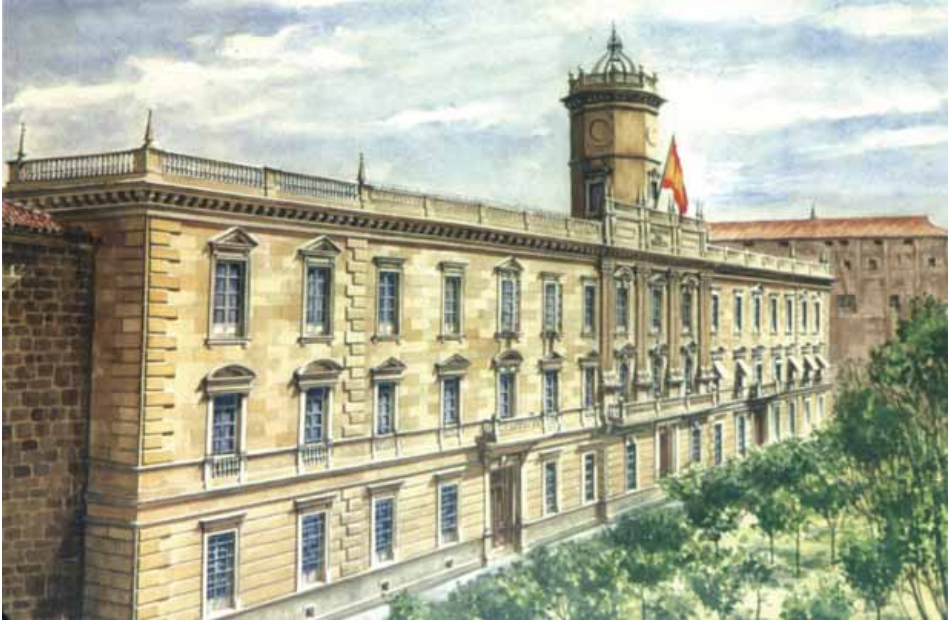
El ejercicio de las profesiones todas que por su naturaleza pueden llamarse científicas, requiere en el día el concurso de una porción considerable de conocimientos diversos que han de tomarse en casi todos los ramos del saber humano. Si la Geometría y sus inmediatas aplicaciones pudieran creerse bastantes en algún tiempo a un ingeniero, el individuo de esta profesión que no conozca en el día además las propiedades de los cuerpos y substancias que continuamente ha de manejar; y las relaciones que tengan con la sociedad y con los demás usos de la vida, aquellos asuntos que sean objeto de sus trabajos; el que no sepa en fin, poner en todas ocasiones su profesión en armonía

<sup>29</sup> Por R. D. de 30 de abril de 1835 se constituye el Cuerpo de Ingenieros Civiles del Estado, constando de dos secciones: Caminos, canales y puertos, y Minas, cada una de ellas con su escuela especial. Sobre el papel, en mayo de 1835 se crean otras dos inspecciones, de Ingenieros Geógrafos y de Bosques, con sus propios centros docentes, aunque no llegan a formalizarse. Al año siguiente, los ingenieros de Minas y los de Caminos forman cuerpos separados.

<sup>30</sup> M. Á. VELAMAZÁN y E. AUSEJO, 1989.

<sup>31</sup> *Instrucción provisional para los aspirantes a alumnos de la Academia de Ingenieros del Ejército*, Madrid, 16 de marzo de 1837. Archivo de la Corona de Aragón, Fondo Comandancia de Ingenieros, caja 186.

<sup>32</sup> Sobre esta dimensión ver J. L. PESET, S. GARMA y J. S. PÉREZ GARZÓN, 1978; S. GARMA, 1978; A. MILLÁN, 1991; y E. AUSEJO, 1995.



**10.4. Sede de la Academia del Real Cuerpo de Ingenieros del Ejército en Guadalajara:** *Antiguo palacio de los de los marqueses de Montesclaros, en 1719 fue destinado a Real Fábrica de Paños. A partir de septiembre de 1833 albergó la Academia hasta 1931. La fachada principal alcanza los 100 metros de frente, con más de 60 huecos. La imagen representa el edificio tras las reformas de 1909 con una nueva fachada neorrenacentista, según proyecto del teniente de ingenieros Ramón Valcárcel. La parte posterior del edificio también fue reorganizada a principios del siglo XX, hasta convertirla en un antiguo recinto fortificado al estilo de los modelos medievalizantes de Viollet-le-Duc. (Fuente: J. CARRILLO DE ALBORNOZ Y GALBEÑO, et ál.: Abriendo camino..., 1997).*

y en contacto con las demás que puedan rozarse con ella, procederá a ciegas y no merecerá el nombre de tal ingeniero<sup>33</sup>.

Una lección extraída por García San Pedro es la necesidad de renovar la enseñanza del dibujo en todas sus variantes, incluidos el dibujo topográfico y la construcción de modelos en yeso:

El dibujo topográfico se enseña en todos estos establecimientos suponiendo que la luz viene del zenit, y representando el terreno por curvas horizontales equidistantes entre sí, cinco, diez o veinte metros [...]. En nuestra academia no se enseña el dibujo topográfico más que haciendo planos, copias de otros planos, con lo cual queda incompleta esta instrucción en la parte que debe tener por objeto copiar el terreno mismo<sup>34</sup>.

<sup>33</sup> F. GARCÍA SAN PEDRO: *Observaciones sobre la organización de las Escuelas que acaban de describirse, y examen de las mejoras de que es susceptible la nuestra comparada con aquellas*, 1839, f. 1.

<sup>34</sup> F. GARCÍA SAN PEDRO, ob. cit., ff. 17-18.



**10.5. Dimensiones en la producción escrita de los ingenieros militares: Difusión de información, normalización, reflexión y docencia:** (1) Memorial de Ingenieros, publicación periódica impulsada por Antonio Remón Zarco del Valle como órgano de expresión de la corporación. La cabecera original que incluía un largo subtítulo —Memorias, artículos y noticias interesantes al arte de la guerra en general y a la profesión del ingeniero en particular— se mantuvo hasta 1874; persiste hoy como Memorial de Ingenieros del Ejército. (2) Colección de signos convencionales para la representación de los objetos en los planos y cartas (1849), ejemplo de la importante misión de normalización, aquí de la representación planimétrica. (3) Consideraciones relativas a la defensa de los Estados en general y a las fortificaciones en particular, como introducción a una completa teoría defensiva, estratégica y táctica (1855), proviene de una memoria facultativa que intentaba responder al dilema del diseño de un sistema defensivo para nuestro solar. (4) Teoría mecánica de las construcciones (1837) es un libro de texto basado en una recopilación de diversas obras sobre resistencia de materiales; destaca por el uso de instrumentos del cálculo analítico (en 1859 se publicaron unas adiciones y correcciones).

En este momento, el equilibrio entre los contenidos científicos y militares es una de las cuestiones relevantes, así como el planteamiento de propuestas renovadoras para el estudio de fortificación. El plan de estudios de 1839, diseñado por García San Pedro, intensifica, en su parte teórica, el estudio de la física y la química, así como las ciencias naturales, e introduce la enseñanza de la topografía. En el apartado militar, el sistema abaluartado en fortificación es criticado, y se lo sustituye por la fortificación alemana.

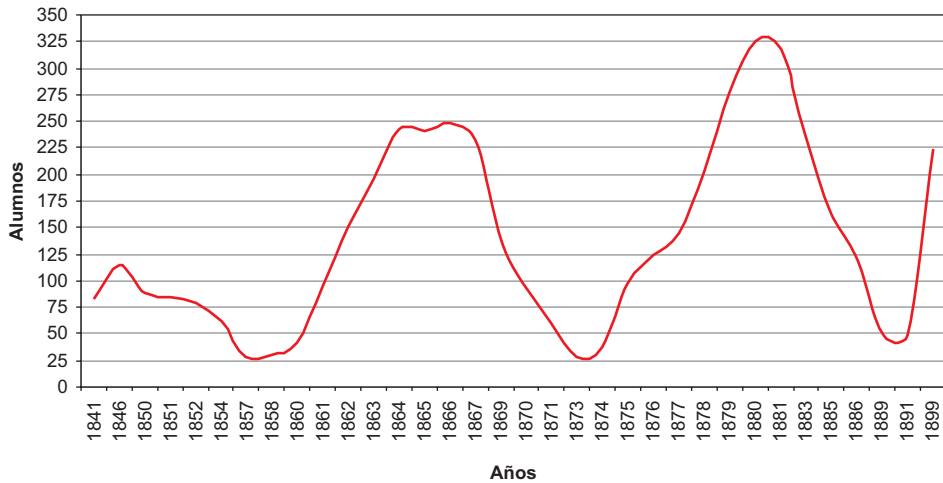
La parte práctica debe comprender el levantamiento de planos y el manejo de los instrumentos geodésicos y topográficos, la realización de reconocimientos y análisis de edificios. Por último, debe organizarse un curso de «grandes prácticas», para realizar ensayos y simulacros de operaciones relacionadas con la ingeniería militar. La precariedad de medios para el desarrollo de una enseñanza práctica empieza a ser superada con la organización de dos gabinetes, uno de historia natural y otro de química, así como un taller de construcción de modelos y plantillas. La situación de provisionalidad derivada de la guerra civil motiva el traslado del centro a Madrid, y desde 1840, ahora con continuidad, a Guadalajara.

Desde su cargo de ingeniero general, Antonio Remón Zarco del Valle (1785-1866) desarrolla estos planes y los llena de contenidos. En un momento de expansión económica, Zarco organiza diversos gabinetes, la biblioteca, facilita las comisiones de ingenieros en el extranjero para la renovación de algunas materias, la implantación de nuevos textos científicos y la publicación del *Memorial de Ingenieros*, órgano de difusión corporativa fundado en 1846<sup>35</sup>, e incluso el curso de grandes prácticas, iniciado en 1845<sup>36</sup>.

Estas iniciativas tuvieron, en primera instancia, escasa incidencia en el número de alumnos. De hecho, su evolución muestra un comportamiento cíclico. El aumento es muy leve hasta el año 1846, y después desciende con claridad. A partir de 1860 el número de estudiantes crece de forma notable hasta el año 1866, que disminuye nuevamente.

<sup>35</sup> Antonio Remón Zarco del Valle organizó una comisión de ingenieros en 1845, con el objeto de publicar una revista, compuesta por Celestino del Piélago, Vicente Román y Luis Gautier. El proyecto fue presentado en diciembre y en 1846 salía el primer volumen de la publicación. El primer equipo de redacción está formado por Fernando García San Pedro, Luis Gautier y José Almirante. La cabecera original, bajo el título *Memorial de Ingenieros. Memorias, artículos y noticias interesantes al arte de la guerra en general y a la profesión del ingeniero en particular*, se publica hasta 1874. Entre 1875 y 1879, el título es *Memorial de Ingenieros y Revista Científico-Militar*. Finalmente en 1880 se adopta el actual de *Memorial de Ingenieros del Ejército*.

<sup>36</sup> La *Gaceta de Madrid* de junio de 1857 relata uno de estos ejercicios. El domingo 14 tenían lugar en Aranjuez los trabajos de la Escuela Práctica de Ingenieros, dirigidos por el propio Zarco del Valle. Según el programa impreso, el rey y las autoridades asistieron a su desarrollo. El corresponsal de la *Gaceta* resalta la calidad de los ejercicios y los «instrumentos científicos, técnicos y prácticos que estos variados ejercicios revelan. [...] Finalmente, tras horas de ejercicios, el ingeniero general ofrece a S. M. una vista fotográfica tomada en el momento de echarse el puente flotante». *Gaceta de Madrid*, 16 de junio de 1857, p. 4. El curso de grandes prácticas será desarrollado de forma amplia en el *Reglamento para la Academia Especial del arma de Ingenieros*, de 1859. Sobre esta cuestión, J. I. MUÑOZ, 1993, tomo 1, p. 534.



**10.6. Alumnos de la Academia de Ingenieros del Ejército, 1841-1899.** (Fuente: Elaboración propia).

El escaso número de estudiantes de la academia y la necesidad de cubrir las vacantes de la plantilla motivan la organización de cursos preparatorios<sup>37</sup>. En estos se imparten materias básicas, propias de la segunda enseñanza, como idiomas, dibujo o geografía e historia, además de álgebra elemental y geometría. Con la abolición de la clase de cadetes a partir de 1867<sup>38</sup> y las modificaciones en las condiciones de ingreso, los centros preparatorios buscan incidir, sobre todo, en el personal civil<sup>39</sup>. Aun así, el número de estudiantes de primer año oscila notablemente hasta tocar fondo en 1873.

La reforma de la enseñanza militar emprendida por el moderado Ramón María Narváez en 1867 y las dificultades económicas del momento explican el descenso de ingresos. En concreto, el Ministerio de la Guerra reduce los presupuestos en el ámbito de la enseñanza militar. Sirva como ejemplo que la Academia de Ingenieros del Ejército pasa de tener un presupuesto de 108.540 escudos en 1867 a 60.000 en 1868<sup>40</sup>. Uno de los efectos directos es la supresión del Curso Preparatorio. En los años inmediatos, quedan anuladas las convocatorias de ingreso al centro académico<sup>41</sup>. La situa-

<sup>37</sup> Real Orden de 1 de diciembre de 1860 creando un Curso Preparatorio en la Academia de Ingenieros del Ejército, en *Estudio histórico...*, 1911, tomo II, p. 66.

<sup>38</sup> Real Decreto de 23 de abril de 1867 aboliendo la clase de cadetes y dictando disposiciones relativas a la instrucción que deberán recibir los aspirantes a las distintas armas e institutos del Ejército, en *Colección Legislativa de España*, 1867, pp. 709-713.

<sup>39</sup> Según R. SÁNCHEZ ABAL, 1992, pp. 92-93, entre 1881 y 1883 los ingresos de civiles en la Academia de Ingenieros superan a los procedentes de otros centros militares o a los hijos de militares: 22 frente a 3, 11 frente a 4 y 19 frente a 1, respectivamente.

<sup>40</sup> Sobre la reforma en la enseñanza militar moderada (1867) ver J. I. MURO, ob. cit., tomo I, pp. 144-145.

<sup>41</sup> J. I. MURO ob. cit., tomo II, pp. 552-553.





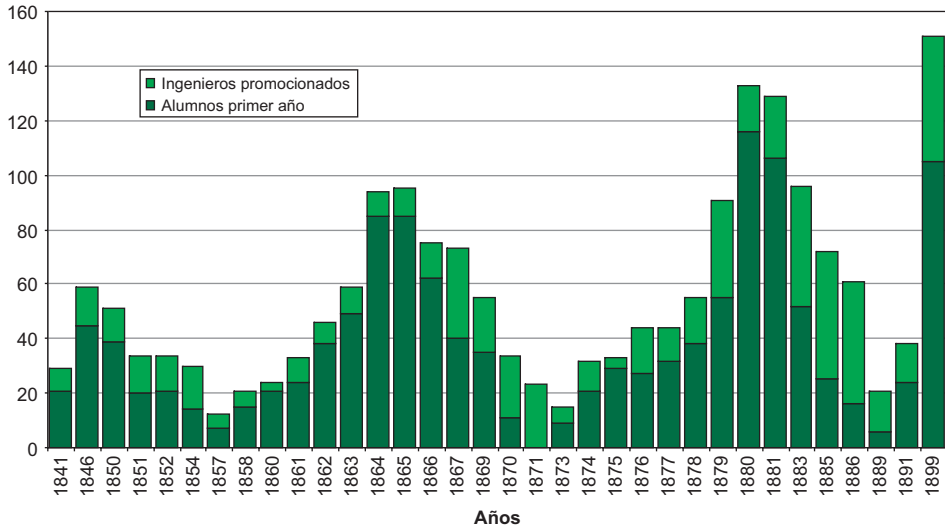
**10.7. Uniformes de jefes y oficiales de ingenieros del Ejército, década de 1860.** (Fuente: Estudio Histórico de Cuerpo de Ingenieros, 1911).

ción internacional incierta y los problemas políticos internos dificultan la tarea educativa en la primera etapa del Sexenio Democrático. Un nuevo aumento del número de estudiantes coincide con la última fase del periodo revolucionario, alcanzándose las cifras más elevadas durante la Restauración.

La relación de los ingenieros promocionados con los alumnos de ingreso muestra, de forma indirecta, la exigencia académica. Desde 1841, esa relación es cambiante. Hasta finales de la década de 1850, una elevada proporción de los estudiantes ingresados culmina su formación como oficiales de ingenieros. Durante la década siguiente esa proporción cambia de forma radical y se mantiene en niveles reducidos hasta la reforma de la enseñanza militar en 1867. El porcentaje de oficiales sobre los alumnos de primer curso disminuye en los primeros años de la Restauración hasta la década de 1880 (ver figura 10.8).

La Revolución de 1868 ha sido considerada un «paréntesis en la vida de la academia de ingenieros al modificar de forma substancial la enseñanza»<sup>42</sup>. Sin embargo, los logros del periodo democrático son escasos. Un ejemplo de los proyectos de mejora de este periodo es el Reglamento de la Academia de 1870. Este aumenta los niveles

<sup>42</sup>J. CARRILLO DE ALBORNOZ, 1986, pp. 19-20.



**10.8. Relación entre el número de alumnos del primer curso de la Academia de Ingenieros y los ingenieros promocionados.** (Fuente: Elaboración propia).

de exigencia académica, plantea un nuevo régimen de acceso y obliga a demostrar extensos conocimientos matemáticos<sup>43</sup>. Con todo, el aumento de matrícula no es significativo, y en 1872 se vuelve al plan de estudios tradicional. Por su parte, durante el corto periodo republicano quedan apuntados algunos cambios globales para la enseñanza militar e incluso se aventura la posibilidad de reunir en un único centro las academias de los cuerpos de artillería e ingenieros<sup>44</sup>. Ninguna de esas reformas prospera.

La Academia recupera, en los inicios de la Restauración, el plan de estudios de 1839, con la introducción de algunas modificaciones en el sistema de admisión y en el régimen interno. Pero, en términos generales, la estructura y la ordenación de las enseñanzas siguen el esquema formulado por García San Pedro décadas antes<sup>45</sup>. Entre los cambios introducidos por el plan de estudios de 1875 destaca la consideración de la geografía como geografía militar; en el apartado de la ingeniería, la incorporación de nuevas materias relacionadas con los ferrocarriles; y en la parte militar, el aprovechamiento del transporte ferroviario en el diseño de las operaciones militares.

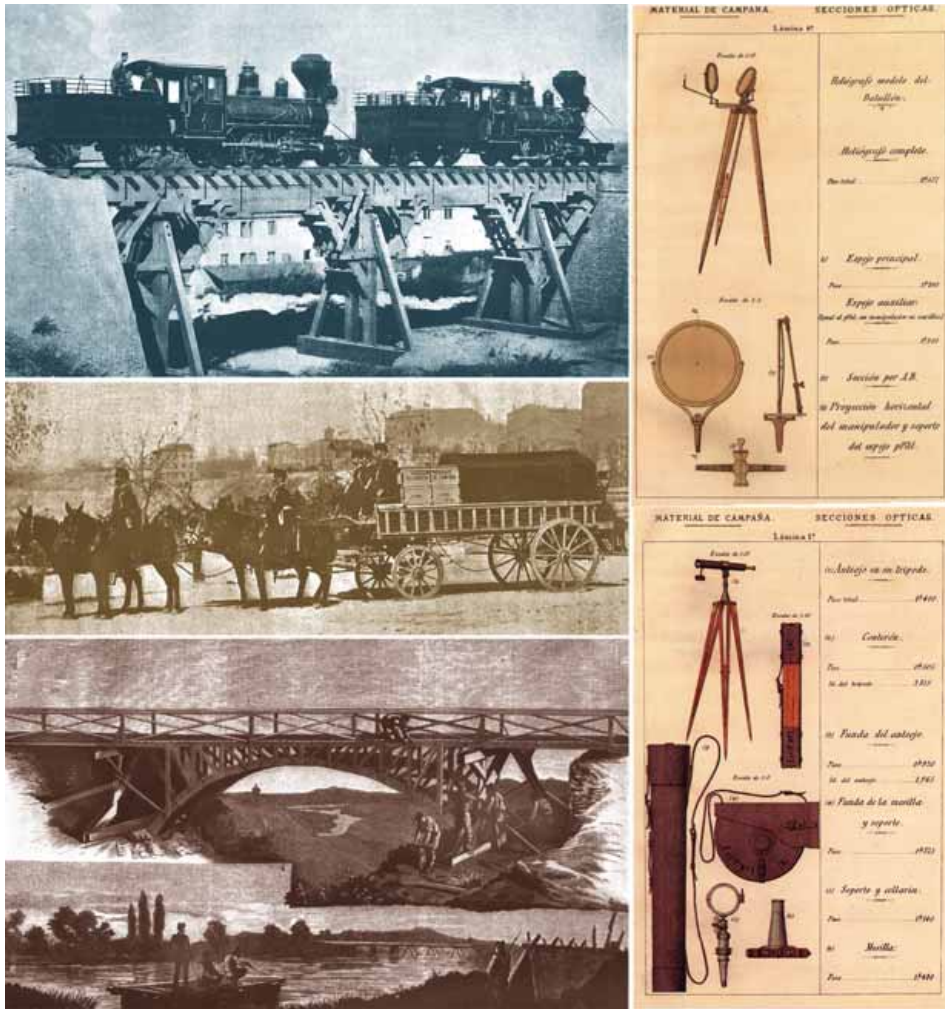
Efectivamente, desde 1870 se suceden los debates sobre las consecuencias y lecciones a extraer de la guerra franco-prusiana en el ámbito de la ingeniería militar. Aspectos

<sup>43</sup> *Reglamento para la Academia Especial del Cuerpo de Ingenieros*, 1870; sobre los cambios de contenidos formativos, véase J. I. MURO, ob. cit., tomo I, pp. 554-556.

<sup>44</sup> *Trabajos de la Comisión de Reorganización del Ejército*, 1874, tomo II, y J. I. MURO, ob. cit., tomo I, pp. 557-561. Entre los participantes en los trabajos de reforma de los estudios de la ingeniería militar republicana figuraba Gregorio Verdú y Verdú (1818-1876).

<sup>45</sup> Ver *Programa para los exámenes de ingreso...*, 1874, y el *Reglamento para la Academia* de 1875.





**10.9. Distintas secciones de la ingeniería militar española:** (1) «Pruebas de resistencia de un puente para ferrocarril, construido en la Escuela Práctica». El Cuerpo organizó una compañía de ferrocarriles en 1872, poco después (1877) convertida en una parte del Regimiento Montado de Ingenieros. Finalmente, el Batallón de Ferrocarriles quedó constituido en 1884, adquiriendo el Estado la línea de Madrid a San Martín de Valdeiglesias (78 km) con el objetivo de servir para las prácticas. (2) Carro de línea (1888), con material de telegrafía eléctrica de campaña. Durante una buena parte del siglo las comunicaciones telegráficas (ópticas) recayeron en el Cuerpo de Ingenieros del Ejército. Son destacables las líneas ópticas trazadas en Cataluña a partir de 1848, dirigidas por Manuel Ramón García. Otro ingeniero del ejército, Ambrosio Garcés de Marcilla, fue uno de los introductores de la telegrafía eléctrica en España en los inicios de la década de 1850 y constituye uno de los primeros ejemplos de actividad empresarial de carácter civil por parte de un miembro de la corporación. Entre 1872 y 1874 se crearon las unidades de Telegrafía Militar, la Brigada Telegráfica y el Batallón de Telégrafos. (3) «Puente construido con tablones, por el segundo Regimiento de Ingenieros en la Escuela Práctica» (Guadalajara, 1882), hace referencia a una especialidad esencial, los Pontoneros. (4) «Láminas de la Cartilla de Material de Campaña, Sección Óptica del Batallón de Telégrafos». (Fuente: J. CARRILLO DE ALBORNOZ Y GALBEÑO et ál.: Abriendo camino..., 1997).



Materias	1803	1816	1839	1870	1873	1875	1886	1897
Máquinas								
Materiales de construcción								
Obras de hierro								
Obras hidráulicas								
Puentes								
Telegrafía								
Túneles								
Aerostación militar								
Arquitectura militar								
Artillería: teoría y práctica de las minas								
Ataque y defensa de plazas								
Castrametación y reconocimientos militares								
Desenfilada								
Estrategia o ciencia del general								
Fortificación real y de campaña								
Operaciones de guerra y de campaña								
Ordenanzas y reglamentos								
Puentes militares								
Táctica general y del arte de campar								

**Cuadro 10.4. Materias impartidas en las academias de ingenieros.** (Fuente: Elaboración propia).

Durante la Restauración, nuevos intentos de unificación de la enseñanza militar tienen éxito<sup>46</sup>. La Academia General Militar de Toledo, organizada en 1883, forma a los futuros oficiales durante un periodo de tres años. Tras ese periodo puede accederse a las respectivas academias de aplicación. La Academia de Aplicación de Ingenieros del Ejército queda organizada en tres cursos. Estos cambios obligan, en 1886, a una reforma del plan de estudios<sup>47</sup>. La reducción de cursos implica la eliminación de numerosas materias del plan de estudios, en su mayoría las relacionadas con la formación estrictamente militar (cuadro 10.4).

Las academias de aplicación duran poco tiempo. El ministro de la Guerra y artillero José López Domínguez cierra la Academia toledana en 1893 y las de aplicación vuelven a convertirse en especiales. El programa de estudios de 1897 refuerza la formación con la introducción de nuevas materias, tanto en la parte matemática como en la técnica y aplicada (cuadros 10.4 y 10.5), tales como la ingeniería sanitaria, la electricidad, la meteorología, la termodinámica o los motores.

<sup>46</sup> R. SÁNCHEZ ABAL, 1992, pp. 92-93.

<sup>47</sup> Real Orden 26 de junio de 1886 aprobando los Reglamentos orgánicos de las academias de artillería, caballería, estado mayor, ingenieros y administración militar, en *Colección Legislativa del Ejército*, 1886, pp. 657-731.

<b>Años</b>	<b>Nombre</b>	<b>Tema</b>	<b>Manuales</b>
1806-1808	Vicente Ferraz	Militar-táctica	<i>Tratado de castrametación</i> (1801)
1806-1808	José Cortines y Espinosa	Militar-estrategia Topografía	<i>Lecciones de estrategia</i> (1827) <i>Sistema de representar el terreno por curvas de nivel</i> (1843)
1815-1820	Mariano de Zorraquín	Matemáticas	<i>Geometría analítico-descriptiva</i> (1819)
1820-1841	Fernando García San Pedro	Matemáticas	<i>Teoría algebraica elemental de las cantidades que varían por incrementos positivos o negativos, de sus variables componentes, o sea cálculo diferencial e integral</i> (1828) <i>Principios de geometría analítica elemental</i> (1840) <i>Tratado completo de mecánica</i> (1840)
1820-1839	Celestino del Piélagos	Construcción y mecánica de construcciones	<i>Teoría mecánica de las construcciones</i> (1837) <i>Estudio de la arquitectura hidráulica</i> (1841)
1838-1840	Antonio Bandarán	Dibujo	<i>Tratado elemental de dibujo</i> (1838)
1838	Mariano Carrillo de Albornoz	Topografía y Agrimensura	<i>Tratado de topografía y agrimensura</i> (1838)
1843-1854	Ángel Rodríguez de Quijano y Arroquia	Dibujo, Fortificación, Topografía, Geografía	<i>Cartilla para la enseñanza del dibujo topográfico de pluma</i> (1844) <i>Colección de signos convencionales</i> (1849) <i>Complemento a la geometría descriptiva o planos acotados</i> (1849) <i>La fortificación en 1867</i> (1868) <i>Estudios topográficos. Geografía física del globo</i> (1867) <i>La guerra y la geología</i> (1870)
1841-1857	Manuel Díaz de Prado	Matemáticas	<i>Trigonometría esférica y geometría analítica</i> (1857)
1870-1887	José Marv y Mayer	Cculo gráfico en las construcciones, Mecánica aplicada a las construcciones	<i>Tracción en vías férreas</i> (1877-1878) <i>Cculo de cerchas sin tirantes</i> (1882) <i>Resistencia de materiales</i> (1883) <i>Mecánica aplicada a las construcciones</i> (1888)
1877-1890	Carlos Bans y Comas	Militar-estrategia y táctica, Militar-minas y explosivos	<i>Estrategia</i> (1887) y <i>Gran Táctica</i> (1892) <i>El terreno y la guerra</i> (1881) <i>Minas militares</i> (1893) <i>Teoría de los explosivos</i> (1897)
1890	Eduardo Gallego y Ramos	Construcción y materiales de construcción, Saneamiento e ingeniería sanitaria	<i>Ingeniería sanitaria</i> (1907) <i>Estudios y tanteos</i> (1906-1907)

**Cuadro 10.5. Profesores de la Academia de Ingenieros del Ejército. Temas y manuales.**  
(Fuente: Elaboración propia).



**10.10. Uniformes del Real Cuerpo de Ingenieros del Ejército, en las décadas finales del siglo XIX.** (Fuente: Estudio Histórico del Cuerpo de Ingenieros del Ejército, 1911).

En definitiva, los contenidos de los estudios de ingeniería militar diseñados en los inicios del periodo liberal constituyen un ambicioso proyecto de puesta al día, con una notable continuidad. Sus preceptos se mantuvieron hasta las últimas décadas del siglo, momento en que se imparten materias sobre los nuevos materiales y otras aplicaciones técnicas. El currículum de la Academia origina un perfil profesional de los ingenieros del Ejército del Ochocientos basado en el servicio del arma y en el de plazas y comisiones, además de permitir la ocupación de estos en distintas direcciones profesionales.

### III

#### UN CUERPO DISTINGUIDO POR SU INSTRUCCIÓN Y SUS SERVICIOS: EL LEVANTAMIENTO DE PLANOS, LOS SERVICIOS DE OBRAS Y LAS FORTIFICACIONES

Los ingenieros militares del Setecientos realizan proyectos relacionados con las obras públicas, la mejora de la red de comunicaciones o las infraestructuras hidráulicas. En 1774, esta corporación queda dividida en tres secciones: plazas y fortificaciones del reino; academias militares de matemáticas de Barcelona, Orán y Ceuta; y caminos, puentes, arquitectura civil y canales de riego y navegación. Esos ramos son

unificados a finales del siglo xviii. Por entonces, el ingeniero militar todavía mantiene amplias competencias en las esferas civil y militar. Pero ese perfil empieza a debilitarse en los últimos años del xviii y primeros del xix.

En Francia, la ingeniería civil tiene una regulación propia desde las primeras décadas del siglo xviii. En nuestro país, la organización de las diferentes ramas de la ingeniería es más tardía. La ingeniería de Marina, responsable de los proyectos y obras en los arsenales, queda organizada en 1770; el cuerpo de cosmógrafos, bajo una estructura militar y dedicado a trabajos geográficos, lo hace en 1796; el de caminos y canales nace en 1799. La opción civil, en sus diferentes ramas —con la excepción del ramo de minas y de la Academia de Almadén, organizados en 1777—, hubo de esperar hasta la década de 1830 para su implantación definitiva.

En ese contexto debemos situar los cambios en la ingeniería militar de principios del siglo xix. La Ordenanza de 1803 todavía establece que la profesión de ingeniero militar «abrazo muchos y diversos ramos y [...] cada uno requiere especiales talentos e inclinación». Los miembros de la corporación son definidos, en ese momento, como «un cuerpo distinguido por su instrucción y sus constantes y buenos servicios»<sup>48</sup>, responsable del «gran número de atenciones que abraza su servicio, así durante las operaciones de la guerra, como en las guarniciones de las plazas y demás comisiones y encargos que se le confían». Entre las tareas asignadas a estos destacamos dos: la primera, la obtención y elaboración de información territorial, asociada a la organización de archivos cartográficos y a la formación de colecciones de mapas y planos, tarea que precisa conocimientos de levantamiento de planos y uso de instrumentos; la segunda tiene relación con la fortificación y los edificios militares, y requiere conocimientos técnicos, además de realización de labores administrativas de inspección de plazas y puestos fortificados, el mantenimiento de un archivo de fortificaciones donde conservar planos, mapas, proyectos, memorias, descripciones geográficas y militares, la elaboración de propuestas de nuevas construcciones o el abandono de las obsoletas, así como el control sobre las comunicaciones. A continuación destacaremos algunas de esas «atenciones» adjudicadas por la ordenanza.

Los proyectos, la construcción y el mantenimiento de las estructuras defensivas de un vasto imperio requieren la organización de un archivo de las fortificaciones de España y ultramar, pronto denominado Depósito Topográfico. Los directores-subinspectores —jefes de ingenieros territoriales— deben revisar las obras de fortificación y defensa, los edificios militares y los «proyectos y dirección de caminos que se ejecuten en el mencionado distrito de su mando». La gestión de esos asuntos necesita una colección de «planos de todas las plazas y puestos fortificados de su mando, y de todos los edificios militares, como también de la parte de costa o frontera». Una documentación organizada en un «atlas», y formada por mapas y planos a diferentes escalas, así como memorias y estados de la cuestión:

---

<sup>48</sup> Ordenanza de 1803, tomo I, preámbulo.



- Mapa topográfico de la demarcación en la escala de 24 leguas por pie (1:192.000), con una descripción militar, geográfica y política de la provincia<sup>49</sup>.
- Plano de la plaza y sus cercanías hasta una legua de distancia (5.555,55 m) en escala de 1:7.200, con expresión de todos los accidentes del terreno.
- Plano de cada plaza o punto fuerte en escala 1:3.600, con las obras de fortificación y todos los edificios con las cercanías hasta la distancia de 700 varas (585,13 m).
- Plano en escala 1:3.600 con la línea magistral de las obras y las contraescarpas y todos los subterráneos, poternas, almacenes, puentes, muelles, dársenas, cuarteles, cuerpos de guardia, así como los edificios de los distintos ramos.
- Plano en escala 1:3.600 en que, mediante una exacta nivelación, se marquen las alturas de los diferentes puntos del terreno y de la fortificación en relación con el punto más bajo del terreno que comprenda<sup>50</sup>.

Así pues, un «ramo» destacado del ingeniero es la habilidad para la representación cartográfica y planimétrica. Según la Ordenanza, en cada una de las plazas militares deben existir, cuando menos, dos documentos:

- Plano de la plaza y de sus contornos hasta la distancia de 2.000 varas (1.397,477 m) y en escala bien perceptible donde se marque el límite de las 1.500 varas, «contadas desde el camino cubierto de las obras más avanzadas de la plaza, cuyo límite debería demarcar también con mojones o hitos en el terreno».
- Plano de la plaza en la escala de una pulgada por cincuenta varas (1:1.800), con los detalles de las obras de fortificación y los edificios propios del rey y de particulares, distinguiendo los del ramo de fortificación, los de artillería, y los de propios y arbitrios de los pueblos.

La elaboración de esta planimetría requiere instrumentos<sup>51</sup>. Con estos documentos es posible una relación anual del estado, número y circunstancias de los edificios comprendidos dentro de las zonas polémicas de las fortificaciones (1.500 varas o 1.253,857 m).

Las habilidades de los ingenieros en este campo permitían la realización de otras comisiones civiles o militares, dentro o fuera de la corporación. A principios de siglo, un importante número de estos lleva a cabo labores docentes en diversos centros, y

<sup>49</sup> Las leguas mencionadas por la *Ordenanza de Ingenieros* son de 8.000 pies, con una distancia equivalente a 5.555,55 m.

<sup>50</sup> *Ordenanza* de 1803, tomo I, art. 13 del título II, «Del Director-Subinspector, Planos y papeles de que ha de componerse el Atlas general de cada provincia de la Dirección», pp. 51-57.

<sup>51</sup> Cada dirección de ingenieros debía tener un teodolito, un grafómetro de anteojos, una plancheta con su bloc, una brújula con alidada, un nivel de agua con las varas y tablillas correspondientes para tomar las diferencias de nivel, una cadena de 50 varas de largo dividida de cinco en cinco y dos perchas de a dos varas del marco de Burgos de longitud, divididas en pies y pulgadas.





**10.11. Plano de las zonas militares de la plaza de Cádiz y fuertes, cortadura y puntales. Levantado por la Brigada Topográfica con teodolito y plancheta en 1876** (Dirección Subinspección de Andalucía. Comandancia de Cádiz). Dibujado por el sargento 2.º Juan Parga y Vahamonde. Escala 1:5.000. Escala gráfica. 147 x 127 cm. Relieve sombreado. Manuscrito sobre papel en tinta negra, color. Triangulación representada. Leyenda cromática con indicación de edificios públicos, particulares, edificios a cargo del Cuerpo de Ingenieros y del Ejército, edificios de Marina. Con leyenda explicativa del recinto de la plaza, las obras exteriores y puertas de la plaza, fuertes destacados y edificios militares. Un ejemplo, notablemente decorado, de la cartografía realizada por la Brigada Topográfica, de gran interés para el estudio de las técnicas de representación y dibujo, así como para el análisis de la ciudad del Ochocientos. La Brigada realizaba levantamientos del territorio de las posiciones defensivas hasta una distancia de unos cuatro kilómetros, a escalas variables (1:5.000; 1:10.000; 1:20.000). Algunos croquis de ciertas posiciones se extendieron a mayores distancias. El procedimiento consistía en la medición de una base entre dos puntos, desde la que se establecía una triangulación. El relleno de la triangulación desde los vértices de esta, como es el caso del plano de la ciudad de Cádiz, se realizaba con teodolito y más comúnmente con la plancheta, a través del «caminiamiento» de calles. Desde finales de la década de 1880 se utilizaban para estas tareas de detalle topográfico los taquímetros Troughon de 4 y 5 pulgadas. En planos de obras o detalles defensivos, la necesidad de precisión podía aumentar. A finales del siglo XIX, instancias civiles como algunos ayuntamientos, solicitaron de la Brigada levantamientos topográficos de sus municipios. (Fuente: Biblioteca Nacional de España).

algunos realizan levantamientos cartográficos en los Pirineos, o proyectos de infraestructuras civiles. Durante la primera guerra carlista, varios ingenieros forman parte del Estado Mayor y del Depósito de la Guerra. A partir de 1840, quedan organizadas diversas comisiones para el estudio de las fortificaciones europeas, los contenidos de la Academia<sup>52</sup>, el ensanche y la fortificación de algunas urbes y el levantamiento del Mapa de España<sup>53</sup>.

### ***III.1. Una cartografía de base: los depósitos topográficos y la Brigada Topográfica de Ingenieros***

El ingeniero militar elabora proyectos de contenido territorial a diferentes escalas<sup>54</sup>. Como hemos visto, cada unidad de ingenieros debe tener un atlas con la documentación relativa a los objetos señalados. La adquisición de destrezas en labores planimétricas era importante. En palabras de la Ordenanza de 1803, los oficiales deben aplicarse «particularmente a adquirir mucha exactitud y ligereza en el diseño, en el levantamiento de Planos y Mapas, en todo quanto conduce a proporcionar un conocimiento rápido y seguro del país».

Con objeto de centralizar la información de las distintas secciones, en 1803 se organiza un Depósito Topográfico de Ingenieros, un archivo de planos, mapas, proyectos, memorias y demás documentos relativos a fortificaciones, establecimientos y edificios militares. En los primeros años, esa iniciativa tuvo unos resultados escasos. Debido a la desaparición y destrucción de abundantes materiales en diversos conflictos, a partir de 1835 el ingeniero general Luis María Balanzat ordena un inventario y una actualización de los depósitos topográficos territoriales<sup>55</sup>.

A partir de 1843 y bajo la dirección del ingeniero general Antonio Remón Zarco del Valle esa tarea es completada con la adquisición de materiales e instrumentos

---

<sup>52</sup> J. M. de SOROA, 1909, pp. 283-284.

<sup>53</sup> J. I. MURO, 2002, pp. 6-7.

<sup>54</sup> Sobre esta cuestión ver D. BUISSET, 2003, pp. 133-171.

<sup>55</sup> En una Circular de 11 de junio de 1841, Balanzat reflexiona sobre la pérdida del material cartográfico y la necesidad organizar el Depósito Topográfico de Ingenieros: «Las guerras y revoluciones que están aquejando a la Nación hace medio siglo han hecho sentir su maléfica influencia sobre el arma de ingenieros al par que sobre los demás ramos de la administración del Estado. Las invasiones de los ejércitos franceses en las guerras de la Independencia y en la Constitucional, en los años 1808 a 1814 y en la de 1823, le dan un golpe mortal. La ocupación de sus plazas fuertes y de todo el territorio de la Península que se verifica en dichas épocas, pone a su disposición nuestros archivos y depósitos topográficos; en ellos se cogieron todo lo más selecto, de ellos extrajeron todo lo que podía ser útil y pasan a enriquecer los depósitos franceses la mayor y la más interesante parte de los planos y memorias que con tanta utilidad del servicio [...] habían trabajado los laboriosos y dignos individuos del cuerpo. Este mal [...] aún no ha podido ser remediado»; Luis Balanzat, Madrid, 11 de junio de 1841. La actividad de los cartógrafos franceses en la guerra de la Independencia y de los topógrafos del Ejército de los Cien Mil Hijos de San Luis a partir de 1823 ha sido estudiada por A. BONET CORREA, 1991, y M. C. MONTANER, 1992 y 2000.

topográficos, con el objetivo puesto en el levantamiento del Mapa de España<sup>56</sup>. Según Zarco del Valle, estos instrumentos remitidos a las direcciones posibilitan llevar a cabo asuntos del servicio de ingenieros que antes no se hacían o se hacían con inexactitud e, incluso, otros de diferente carácter:

Tal vez desde que por la Ordenanza del Cuerpo de 1803 se mandó dotar a las direcciones de este género de instrumentos, nunca se han visto tan provistas como ahora de cuantos son necesarios, no sólo por su número sino por su calidad.

V. E. conocerá bien que al solicitar del Gobierno la autorización para comprar estos instrumentos con fondos del Material del arma no era mi ánimo sirviesen de puro adorno en los depósitos topográficos de las Direcciones o Comandancias, sino que se pudiese emprender la formación del atlas de las plazas prevenido por la Ordenanza llevándolo adelante sin perjudicar a los demás servicios en los días y aun en las horas que estos dejasen disponibles.

Otro de los objetos que me propuse fue el de facilitar los proyectos a que las necesidades de las plazas diesen lugar y tocase satisfacer al cuerpo de Ingenieros. La construcción de edificios, la de fortificaciones; la de caminos, la de acueductos etc., obligan a trazas y a nivelaciones, que sin ellos no podrían hacerse con la indispensable exactitud para su ejecución y para el cálculo de su presupuesto.

[...] Pero mis miras se extendían aún más lejos. En diversas épocas y más particularmente en nuestros días se ha agitado muchas veces la grande empresa de levantar geométricamente el mapa de España. En algunas se llegaron a comprar instrumentos y aun se empezaron trabajos. Todo ha sido hasta ahora en vano por no haber encomendado a un cuerpo constituido como el de ingenieros que nunca muere y cuyas tradiciones no sufren interrupción esta útil magnífica empresa. Pues bien: con la instrucción que reciben en la Academia nuestros oficiales, con la posesión de algunos instrumentos para la triangulación primaria y de muchos más para la secundaria y para las operaciones de detall, el cuerpo se halla en aptitud de salir a primera orden a prestar a la nación este gran servicio sin grandes aparatos preliminares y sin obligar a grandes gastos de primer establecimiento<sup>57</sup>.

En esa línea, el 7 de octubre de 1847 es organizada la Brigada Topográfica de Ingenieros en Guadalajara. El objetivo de la misma es levantar los planos de todas las plazas y puntos fuertes, los mapas de los territorios militares más importantes, como fronteras y costas, y la ejecución de otros trabajos geodésicos y topográficos. Esta sección nace con el ánimo de completar los depósitos topográficos y colaborar en la labor del ingeniero: «Para dar a conocer el estado presente de nuestras plazas y puntos fuertes, para poder realizar su defensa en caso de guerra, para regularizar, en tiempo de paz, la edificación de sus contornos y proyectar las mejoras que su mal estado

<sup>56</sup> Circular del ingeniero general Antonio Remón Zarco del Valle, Madrid, 6 de junio de 1847.

<sup>57</sup> Circular del ingeniero general Antonio Remón Zarco del Valle, Madrid, 6 de junio de 1847. Cada comandancia quedaba provista de una colección de instrumentos, de efectos de levantamiento de planos y de dibujo: un teodolito repetidor con círculo vertical y trípode, una brújula, una plancheta, un semicírculo de reflexión de Douglas, un eclímetro de antejo con su pie, un nivel de agua, una cadena de latón y un barómetro portátil con dos termómetros, fijo y libre.

de una parte y los progresos de la fortificación de otra exigen con tanta eficacia»<sup>58</sup>. La primera tarea de la sección es el levantamiento del plano de Guadalajara, y después siguen trabajos de planimetría de diversas ciudades españolas y puntos fortificados<sup>59</sup>. La adopción de escalas uniformes<sup>60</sup> y de modelos estandarizados de representación, así como la utilización de modernos instrumentos mejora la documentación cartográfica disponible.

Debido a la incapacidad material de la Brigada Topográfica de Ingenieros para levantar los planos de las ciudades consideradas plazas fuertes en un plazo razonable, se crean comisiones y brigadas topográficas y de ensanche específicas. Los levantamientos de estas comisiones específicas son muy detallados y constituyen un excelente ejemplo de la planimetría urbana realizada por miembros de la corporación<sup>61</sup>.

La renovación del material para el levantamiento de planos y la organización de una unidad de ingenieros especializada en estas tareas tiene relación con algunas de las comisiones de ingenieros enviadas al extranjero en la etapa dirigida por Zarco del Valle, para conocer los métodos de dibujo y adquirir instrumentos. Por ejemplo, el teniente coronel Gregorio Verdú, comisionado en París, remite una obra que recoge el sistema de funcionamiento de la brigada topográfica francesa. El mismo ingeniero informa sobre el sistema taquimétrico de levantamiento de planos y nivelaciones del topógrafo italiano Ignacio Porro, difundido en las páginas del *Memorial de Ingenieros*.

### ***III.2. Los servicios de obras de los ingenieros***

Las consideraciones del servicio de obras señaladas en la Ordenanza de 1803 tardan en ser desplegadas. Por otro lado, finalizada la guerra de la Independencia, se inician de forma tímida algunos intentos de mejora de las maltrechas defensas<sup>62</sup>. En 1821, durante el Trienio Liberal, el marqués de las Amarillas, ingeniero general, redacta un proyecto específico sobre el servicio de obras que no supera el estadio inicial<sup>63</sup>. En la década de 1830, los cambios en el servicio de obras del cuerpo de ingenieros militares están vinculados a la legislación de obras públicas y a la organización de la ingeniería civil. A partir de 1835, el ingeniero general Luis María Balan-

<sup>58</sup> Dirección General de Ingenieros al ministro de la Guerra, 1847.

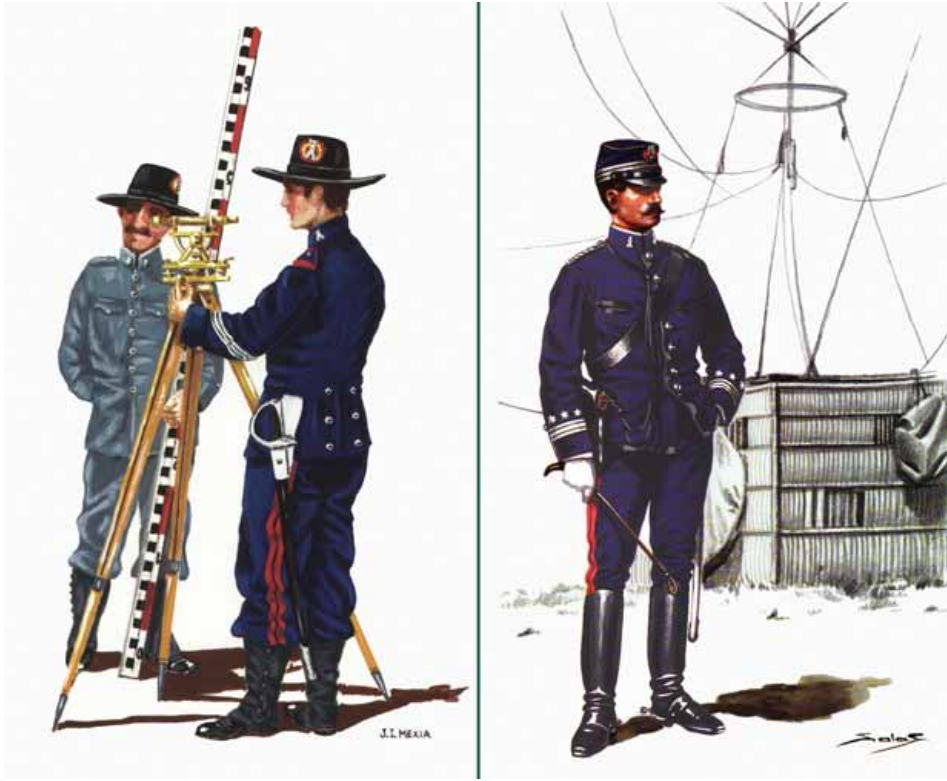
<sup>59</sup> J. I. MURO, ob. cit., tomo II, cuadro 19.3, pp. 117-120.

<sup>60</sup> Algunos ingenieros militares muestran reticencias a la adopción del sistema métrico decimal. Pero no tardan en aceptarlo y hasta en convertirse en valedores técnicos y administrativos. Véase J. L. PESET, S. GARMA y J. S. PÉREZ GARZÓN, 1978, p. 65; y J. V. AZNAR, 1989, pp. 1342-1343.

<sup>61</sup> Un buen ejemplo de estos trabajos topográficos es el de la ciudad de Barcelona, derivados del ensanche parcial de mediados de siglo. Sobre este caso ver J. I. MURO, 1992, 1993 y 2004. Sobre la presencia militar en las ciudades españolas, la documentación de estas comisiones y los trabajos de planimetría urbana de los ingenieros militares, ver R. MAS, 2003.

<sup>62</sup> J. I. MURO, 1993, tomo II, p. 56.

<sup>63</sup> *Estudio histórico...*, 1911, tomo I, p. 174.



**10.12. Uniformes de dos especialidades del Cuerpo de Ingenieros militares:** (1) Uniformes de la Brigada Topográfica, 1886 (dib. J. I. Mexía, en J. CARRILLO DE ALBORNOZ Y GALBEÑO et ál.: *Abriendo camino...*, 1997); y (2) Uniforme para ascensión, 1886 (dib. Delfín Salas, en J. AGUILAR HORNO: *Uniformidad de la Aeronáutica española*, Museo del Aire, Madrid, 1993). El Real Cuerpo de Ingenieros destacó por su intensa labor planimétrica, un hecho, por otro lado, consustancial a la ingeniería. Con instrumentos como teodolitos, grafómetros de anteojos, planchetas con su bloc y brújulas con alidadas, levantaron miles de planos en comisiones específicas, en su práctica totalidad manuscritos. La Brigada Topográfica de Ingenieros fue organizada en 1847 como una sección del Regimiento de Ingenieros, con sede en Guadalajara. Su origen tiene relación con la pérdida y dispersión del material cartográfico de los depósitos topográficos y comandancias de ingenieros. Desde 1864, la Brigada disfrutaba de autonomía dentro de la corporación. Por su parte, las secciones de Aerostación Militar nacieron como consecuencia de las posibilidades que mostraron los globos aerostáticos en la guerra franco-prusiana. Poco después quedaron establecidos servicios específicos en Alemania, Inglaterra, Rusia e Italia. Al reorganizarse el Real Cuerpo de Ingenieros en 1884 se estableció que la 4.ª Compañía del Batallón de Telégrafos pusiera en marcha el Servicio de Aerostación. Las primeras prácticas con un globo cautivo se realizaron en 1889 en la Casa de Campo madrileña. Con posterioridad se adquirió un globo esférico. Hasta 1896 el servicio de aerostación no quedó constituido como unidad independiente, contribuyendo a la recogida sistemática de informaciones meteorológicas sobre las capas superiores de la atmósfera, en coordinación con la Comisión Internacional de Aerostación Científica. Las primeras aplicaciones militares con aeroplanos y el aumento del presupuesto del material de ingenieros a principios del siglo xx propiciaría el desarrollo de proyectos más ambiciosos, como el servicio de dirigibles y aeroplanos, dirigidos por los ingenieros militares Pedro Vives y Alfredo Kindelán.

zat ordena la redacción de un reglamento para la dirección y contabilidad de las obras de fortificación y los trabajos militares, de competencia exclusiva de los ingenieros. En abril de 1836 el proyecto queda ultimado y entra en las Cortes. Estas autorizan, en julio del mismo año, la reforma de la ordenanza en esa parte, publicada el 5 de junio de 1839<sup>64</sup>.

El nuevo reglamento define las competencias del ingeniero en este campo: «Calificar, proponer, proyectar, calcular y dirigir todas las obras de fortificación y cuantas puedan ocurrir en los edificios militares, con la única excepción de las fundiciones y fábricas de armas y municiones»<sup>65</sup>. Es decir, plantea una separación entre las edificaciones militares en general y las correspondientes al cuerpo de artillería en particular. Uno de los objetivos de la nueva regulación del servicio es la agilización de las reparaciones y construcciones. Con ello, los ingenieros tienen más autonomía en los estudios de obras defensivas y en las actuaciones urgentes. En la parte de proposiciones y proyectos y en la gestión burocrática de las obras, los ingenieros deben relacionarse con las autoridades de la hacienda militar y con los agentes locales.

Estos criterios perduran más de tres décadas. Para entonces, los procedimientos y los materiales de construcción han cambiado. En 1872, el ingeniero Gregorio Verdú y Verdú es nombrado presidente de la Comisión Mixta de Jefes de Ingenieros, Administración Militar y Hacienda Civil, encargada del examen y revisión del proyecto del nuevo reglamento de obras. La redacción del nuevo reglamento de 1873 recoge el deslinde de competencias entre los jefes y oficiales del cuerpo de ingenieros y la administración militar, así como la simplificación de los procesos de desafectación de espacios militares en desuso<sup>66</sup>.

A finales de siglo queda planteada, para esta cuestión, la colaboración entre los cuerpos de artillería y de ingenieros. Las obras de mantenimiento o de construcción de fortificaciones estaban dirigidas o coordinadas por juntas especiales. A mediados de la década de 1880 el ministro de la Guerra, Jenaro de Quesada y Matheu, inicia el acercamiento entre las dos corporaciones, y en diciembre de 1884 ordena la formación de una junta reguladora de los trabajos relacionados con el sistema defensivo, integrada por ingenieros y artilleros. El ministerio de José Chinchilla promulga en 1889 la constitución de un servicio mixto y una inspección general de artillería e ingenieros<sup>67</sup> para las fortificaciones. El proceso culmina con el Reglamento para el servicio mixto de ambos cuerpos, propugnado por el ministro reformista José López Domínguez en 1893<sup>68</sup>.

---

<sup>64</sup> *Estudio histórico...*, 1911, tomo I, p. 177.

<sup>65</sup> *Reglamento para el servicio del cuerpo de ingenieros*, 1839.

<sup>66</sup> *Reglamento para el servicio de las obras*, 1873; ver también J. I. MURO, 1990a.

<sup>67</sup> Real Orden de 22 de abril de 1889 promulgando el Reglamento para el servicio mixto de Artillería e Ingenieros.

<sup>68</sup> Sobre esta cuestión ver J. I. MURO, 1993, tomo I, pp. 452-464.



En ese momento, el servicio de obras es objeto de una nueva clasificación: fortificación, edificios militares y obras diversas<sup>69</sup>. Las numerosas disposiciones sobre esta cuestión motivan la publicación de recopilaciones<sup>70</sup>. Entre 1903 y 1905 una comisión de ingenieros redacta un nuevo reglamento de obras, aprobado el 4 de octubre de 1906<sup>71</sup>.

### *III.3. Unas «vetustas fortificaciones que yacen casi en ruinas»*

El estado de conservación de buena parte de las fortificaciones tras la guerra de la Independencia plantea dudas razonables sobre su recuperación. Además, el conflicto muestra la inutilidad y fragilidad de defensas y recintos amurallados, y tras éste se inicia un largo debate sobre su rehabilitación, abandono o replanteamiento. Algunos informes apuntan diagnósticos demoledores y otros reclaman la mejora de muchas de estas obras, la reedificación de las demolidas, así como el restablecimiento de las abandonadas. Después de la primera guerra carlista, las autoridades militares solicitan informes con el fin de tomar decisiones sobre las intervenciones defensivas realizadas en la contienda civil<sup>72</sup>.

La Junta Superior Facultativa del cuerpo de ingenieros<sup>73</sup>, presidida por Luis María Balanzat, emite su parecer en 1842, después de examinar los informes sobre el estado e importancia de las obras de defensa realizadas: algunas estructuras defensivas deben conservarse por su importancia militar y ser convertidas en «estables o permanentes, cuando las circunstancias del Erario lo permitan». Ante las dificultades económicas, otros puntos deben mantenerse en pie, permitiendo la libre comunicación interior y exterior de las poblaciones, «tras quitar las puertas y demoler los reductos interiores».

<sup>69</sup> Real Decreto de 7 de diciembre de 1892, que aprueba las bases para la redacción del reglamento de las obras y servicios a cargo del cuerpo de ingenieros, en *Colección Legislativa del Ejército*, 1892, pp. 1143-1153.

<sup>70</sup> *Reglamento para el servicio de las obras que tiene a su cargo el cuerpo de ingenieros del Ejército y aclaraciones al mismo*, Madrid, Imprenta del Cuerpo Administrativo del Ejército, 1899, 694 pp.

<sup>71</sup> Reglamento para la ejecución de las obras, 1906.

<sup>72</sup> «Acerca de los puntos fortificados que deben continuar en el mismo estado, 19 de julio de 1842», en *Colección Legislativa de España*, 1842, pp. 54-58.

<sup>73</sup> La Junta Superior Facultativa del cuerpo de ingenieros, presidida por el ingeniero general, se crea en 1802. Tiene como objeto examinar los proyectos de fortificación, las reparaciones necesarias y obras nuevas, y el estudio de la defensa general del país. La *Ordenanza de Ingenieros* de 1803 la denomina Junta Superior del cuerpo de ingenieros; durante la década de 1840 queda anexa a la Dirección General de Ingenieros. En 1883 la junta desaparece, convertida en una sección de la Junta Superior Consultiva de Guerra. Finalmente, en 1892 se organiza una Junta Técnica de Artillería e Ingenieros, presidida por el inspector general de estos cuerpos. Véase el *Estudio histórico...*, 1911, tomo I, pp. 39-44. Por su parte, el Ministerio de la Guerra suprime en 1858 la Junta encargada de formular el plan o sistema defensivo permanente y crea la Junta Consultiva de Guerra, que asume similares competencias y que, hasta octubre de 1868, gestiona las inversiones destinadas a nuevos proyectos. El ministro de la Guerra Arsenio Martínez Campos crea en 1881 una Junta de Defensa General del Reino, y su sucesor en el cargo, José López Domínguez, reorganiza dos años después la Junta Superior Facultativa de Guerra.



Distritos	Puntos a conservar con interés militar	Puntos sin interés militar
1.º	Molina de Aragón, Guadalajara	Ciudad Real
2.º		La Junquera, Camprodrón, Puigcerdà, Bàscara, Olot, Manresa, Martorell, Vic, Mataró, Igualada, Berga, Vilafranca del Penedès, Hospitalet de l'Infant, Montblanc, Balaguer, Organyà, Tremp, Sort, Solsona, Cervera
4.º		Segorbe, Chelva, Castellón de la Plana, Almenara, San Mateo
5.º		Lugo
6.º	Plaza de Zaragoza	Calatayud, Daroca, Sástago, Sos, Teruel, Albentosa, Aliaga, Alcalá de la Selva, Mora de Rubielos, Cantavieja, Alcañiz, Valderrobres
7.º	Alhambra de Granada	
8.º	Gijón, plaza en construcción	
9.º		Plasencia, Trujillo, Guadalupe
10.º	Tudela, Lodosa (cabezas de puente)	Pamplona (edificio de Capuchinos)
11.º	Castillos de Burgos y Miranda de Ebro Plaza de Logroño y Puente de Briñas (cabeza de puente)	Medina de Pomar, Frías, San Vicente de la Sonsierra
12.º	Fuerte de Getaria	Irún, Vitoria, Portugalete

**Cuadro 10.6. Localidades fortificadas durante la primera guerra carlista, susceptibles de mantenerse o abandonarse, por distritos militares, 1842** (Fuente: Elaboración propia a partir de «Acerca de los puntos fortificados que deben continuar en el mismo estado, 19 de julio de 1842», en *Colección Legislativa de España*, 1842, pp. 54-58).

El resto debe demolerse «o dejarse su destrucción a la acción del tiempo». Estas disposiciones no tienen implicaciones en «los recintos que tienen algunas poblaciones, ni con aquellos que se han construido durante la guerra civil, siempre que estos últimos puedan ser útiles para los usos de la administración civil, singularmente en las ciudades y grandes poblaciones en que se hallan establecidos los derechos de puertas»<sup>74</sup>.

Después de atender esas necesidades urgentes, el ingeniero general Zarco del Valle inicia la discusión, dentro de la corporación, sobre el avejentado sistema defensivo. Los datos, recopilados por los propios ingenieros, no son optimistas. Un informe redactado por el ingeniero Martín del Hierro en 1850 contabiliza y censa las diferentes estructuras defensivas del país, y las cualifica según su estado de conservación: el 70% de las plazas está en mal estado o abandonado<sup>75</sup>.

<sup>74</sup> Ver cuadro 10.6.

<sup>75</sup> F. MARTÍN DEL YERRO, 1850.

Las propuestas de mejora recomiendan una mayor integración de las estructuras defensivas y plazas fuertes en el territorio, bajo la consideración de una mayor movilidad de los ejércitos, los nuevos sistemas de comunicación y el desarrollo urbano. Con esos criterios, por Real Decreto de 25 de mayo de 1851 queda organizada una junta de ingenieros encargada de plantear un sistema defensivo permanente de la Península Ibérica, islas y posesiones adyacentes. El plan debe definir las plazas y puntos que se habrían de conservar con ampliaciones o mejoras, las poblaciones o parajes donde levantar nuevas plazas, y las plazas o puntos fuertes cuyas murallas se tendrían que dismantelar o derribar. El preámbulo del decreto afirma que el sistema defensivo español es imperfecto e incompleto:

Las plazas de guerra son antiguas y no se acomodan a los principios del arte moderno, en razón a los progresos que la artillería ha hecho y a la influencia que en la defensa de las costas ha producido el uso del vapor<sup>76</sup>.

En cambio, como hemos indicado, la guerra carlista demuestra la importancia de los fuertes para la defensa de determinados puntos. Por otro lado, entre las causas directas del deterioro de la obra está la crónica insuficiencia de recursos destinados a su reparación. Mientras no se toman decisiones, hay que atender a las obras en marcha, que a mediados de siglo quedan resumidas en las defensas litorales y los arsenales, necesitadas de importantes recursos. Las formas de financiación de las obras varían entre el crédito extraordinario de los presupuestos y la enajenación de terrenos y propiedades. En octubre de 1851, un crédito debe atender a la renovación de la artillería de las defensas litorales. Unos criterios similares son utilizados en las obras de fortificación de algunas plazas, como la Mola de Mahón, Cádiz, Cartagena, Ferrol o Santoña. En 1856, el ministro de la Guerra Leopoldo O'Donnell decide hacer frente a los elevados costes de estas obras con los recursos procedentes de la venta de terrenos y edificios militares declarados inútiles.

Los datos proporcionados por los ingenieros militares permiten el establecimiento de prioridades. En el año 1859 se concede un crédito extraordinario de 50 millones de pesetas para la reparación de edificios (una tercera parte del dinero) y para las fortificaciones (dos terceras partes). Ese mismo año, el Ministerio de la Guerra decide abandonar e inutilizar, por Real Orden de 22 de enero, diversas plazas y fuertes, como Ayamonte, Bayona, La Guardia, Almería, Alburquerque, Valencia de Alcántara, el castillo de Jaca y la ciudadela de Valencia. La destrucción de las mismas debe dejarse a la acción del tiempo, y los terrenos y edificios interiores venderse con arreglo a la ley de desamortización<sup>77</sup>. En 1872, el ministro de la Guerra Fernando Fer-

<sup>76</sup> Real Decreto de 25 de mayo de 1851, por el que se crea una junta con el encargo de formular el plan o sistema defensivo permanente de la Península, islas y posesiones adyacentes, en *Colección Legislativa de España*, 2.º cuatrimestre 1851, pp. 197-201.

<sup>77</sup> Real Orden de 22 de enero de 1859, por la que se manda abandonar o inutilizar plazas y fuertes, en DEPÓSITO DE LA GUERRA, 1871, tomo I, p. 778.

**DISPOSICIONES RELEVANTES SOBRE INGENIERÍA MILITAR**

- 1802 Regimiento Real de Zapadores-Minadores
- 1803 Ordenanza que S. M. manda observar en el servicio del Real Cuerpo de Ingenieros
- 1803 Instrucción preliminar para la Academia del Real Cuerpo de Ingenieros establecida en Alcalá de Henares
- 1805 Reglamento adicional a la Ordenanza del Real Cuerpo de Ingenieros, que S. M. ha resuelto se observe para el servicio de este cuerpo en Indias
- 1816 Reglamento adicional a la Ordenanza del Real Cuerpo de Ingenieros para el establecimiento militar de Alcalá de Henares
- 1820 Indicaciones sobre el arreglo del arma de ingenieros del Ejército Nacional Permanente
- 1823 Disolución de la Academia de Ingenieros del Ejército
- 1824 Organización del Colegio General de todas las armas
- 1828 Reglamento para la Academia de Ingenieros
- 1839 Reglamento para la Academia Especial del Arma de Ingenieros
- 1839 Reglamento para el servicio del Cuerpo de Ingenieros del Ejército en lo tocante a proyectos, dirección y contabilidad de las obras de fortificación y edificios militares que tiene a su cargo
- 1840 Reglamento para la organización de los empleados subalternos del Arma de Ingenieros
- 1846 Memorial de Ingenieros
- 1847 Reglamento para la organización de los empleados subalternos del Cuerpo de Ingenieros en Ultramar
- 1847 Brigada Topográfica de Ingenieros
- 1851 Junta para formular el plan o sistema defensivo permanente de la península, islas y posesiones adyacentes
- 1867 Real Decreto aboliendo la clase de cadetes y reformando la enseñanza militar
- 1870 Reglamento para la Academia Especial del Cuerpo de Ingenieros
- 1873 Reglamento para el servicio de las obras que tiene a su cargo el Cuerpo de Ingenieros del Ejército
- 1873 Reglamento para la organización y servicio de los empleados subalternos del Arma de Ingenieros
- 1875 Reglamento para la Academia Especial del Cuerpo de Ingenieros
- 1883 Academia General Militar de Toledo
- 1886 Reglamento orgánico para la Academia de Aplicación de Ingenieros
- 1889 Reglamento para el servicio mixto de los cuerpos de Artillería e Ingenieros, aprobado por Real Orden de 22 de abril de 1889
- 1893 Ley de Presupuestos por la que se permite el ejercicio de la profesión de ingeniero con título académico militar
- 1893 Reglamento para el servicio mixto de los cuerpos de Artillería e Ingenieros
- 1895 Ley de Presupuestos que otorga el derecho de jefes y oficiales del Ejército a la obtención de título académico oficial
- 1906 Reglamento para la ejecución de las obras y servicios técnicos que tiene a su cargo el Cuerpo de Ingenieros del Ejército

nández de Córdova afirma que el país dispone de «vetustas fortificaciones que yacen casi en ruinas». Mediante créditos, y hasta la década de 1870, son construidos cuarteles de nueva planta, se reforman otros, se mejoran hospitales y otros establecimientos, además de continuar con las obras de defensa de plazas marítimas planteadas en los años cincuenta<sup>78</sup>. En la década de 1870, tras la última guerra carlista, los trabajos de defensa se amplían a las posiciones militares de la frontera francesa, con la construcción, entre otros, de fuertes en las inmediaciones de Zaragoza y Pamplona.

La gestión de estos asuntos es una de las principales tareas profesionales de los ingenieros del Ejército en las comandancias y el servicio de plazas, pero no la única. El ingeniero militar español encuentra ocupaciones diversas en el ámbito civil, aunque las relaciones con otras corporaciones civiles no siempre sean cordiales.

#### IV

##### «LA INGENIERÍA NI ES CIVIL NI MILITAR». EL LIBRE EJERCICIO DE LA PROFESIÓN

El cuerpo de ingenieros militares reivindica un papel en la tarea de modernización técnica del país, a través del ejercicio libre de la profesión en destinos civiles<sup>79</sup>. La demanda de ingenieros a lo largo del Ochocientos, la versatilidad de la formación en la Academia de Ingenieros y las defensas corporativas de campos de actuación profesional difusos origina algunos conflictos. Los intereses corporativos pueden esconder situaciones de excedentes de plantilla o, en otros casos, la promoción individual de los oficiales.

La cartografía topográfica oficial es una actividad donde los intereses de los cuerpos civiles y militares también se encuentran<sup>80</sup>. La dirección de los primeros trabajos del levantamiento del Mapa de España, en las décadas de 1840 y 1850, queda en manos de ingenieros civiles. La Comisión Facultativa encargada de ellos había sido creada en 1840 por el ministro de la Gobernación, Manuel Cortina, y poco después son adquiridos los instrumentos para las secciones de caminos. La escasez de personal disponible y la indefinición del proyecto motivan continuadas modificaciones. En 1843, el geógrafo y político progresista Fermín Caballero, como ministro de la Gobernación, organiza la Comisión Directiva del Mapa de España bajo el control de la Direc-

<sup>78</sup> Véase DEPÓSITO DE LA GUERRA, 1871, tomo I, pp. 694-877.

<sup>79</sup> Ver E. GALLEGO, 1909, un trabajo de síntesis sobre el papel de los ingenieros militares en la esfera privada. Eduardo Gallego menciona empresas y sociedades relacionadas con la construcción dirigidas y gestionadas por ingenieros del Ejército, como las empresas Benítez, Gallego y Cía., Aplicaciones de Ingeniería, Anónima Edificadora Sevillana, Comandataria García, Franco y Cía., Arbex y Compañía. Sobre la figura de Eduardo Gallego y Ramos y sus aportaciones al saneamiento de poblaciones, ver A. BUJ, 2003.

<sup>80</sup> Sobre el desarrollo de la cartografía topográfica en España, sus fundamentos, instituciones y profesionales, ver F. NADAL y L. URTEAGA, 1990; J. I. MURO, 1993, tomo II; y J. I. MURO, F. NADAL y L. URTEAGA, 1996.

ción General de Caminos, Canales y Puertos. En 1849, la Comisión del Mapa Geológico contiene una sección específica encargada del Mapa Geográfico, una Comisión para la Carta Geológica de Madrid y la General del Reino, y coordinada por el ingeniero de caminos José Subercase Jiménez. Ante la magnitud de las tareas, dicha comisión y destacados miembros de la Academia de Ciencias madrileña recomiendan al Gobierno la creación de una comisión específica. Esas presiones surten efecto y en 1853 cristaliza la Junta Directiva de la Carta Geográfica, primero adscrita al Ministerio de Fomento y, a partir de octubre, al de la Guerra<sup>81</sup>. Los primeros trabajos efectivos de la red geodésica fundamental empiezan poco después, bajo el plan diseñado por el ingeniero militar Fernando García San Pedro.

Las triangulaciones y los levantamientos iniciales están dirigidos por personal militar, de acuerdo con un proyecto institucional de carácter civil. En 1855 el arquitecto José Aguilar y Vela, desde las páginas de la *Revista de Obras Públicas*, considera un fracaso de los ingenieros civiles que estos no dirijan las tareas oficiales de los «grandes trabajos topográficos»: «Otras personas que sin duda no necesitan la preparación que los ingenieros, están ya haciendo las grandes triangulaciones, que son otra de las aspiraciones del cuerpo»<sup>82</sup>. La participación de ingenieros militares en las tareas topográficas y catastrales del Estado es bien conocida. Dos ejemplos servirán: por un lado, Carlos Ibáñez e Ibáñez de Ibero, dedicado durante cuatro décadas a la geodesia y a la organización y dirección de la cartografía topográfica y la estadística oficial, sin renunciar a su condición de ingeniero del Ejército; y, por otro, desde una condición civil, el geógrafo, cartógrafo e ingeniero militar Francisco Coello Quesada de Portugal, es el director de Operaciones Geográficas de la Junta General de Estadística y el responsable del diseño del catastro parcelario de la provincia de Madrid en el siglo XIX. En las instituciones y proyectos civiles dirigidos por ellos contaron con otros ingenieros del Ejército<sup>83</sup>. Algunos de estos, en la segunda mitad del siglo, decidieron seguir sus pasos en ámbitos profesionales relacionados con la administración municipal o con la empresa privada.

Desde la década de 1860, algunas instituciones locales y provinciales ofertan plazas para cubrir nuevos servicios. La legislación de obras públicas promulgada en el Sexenio Democrático abría nuevas perspectivas<sup>84</sup>. La Administración local se convierte en un nuevo yacimiento de empleo para los ingenieros militares. Las resistencias, en este ámbito, provienen de los arquitectos, aunque también de los ingenieros<sup>85</sup>.

<sup>81</sup> J. I. MURO, F. NADAL y L. URTEAGA, 1996, pp. 194-196.

<sup>82</sup> *Revista de Obras Públicas*, 1855, vol. 3, n.º 21, pp. 244-249.

<sup>83</sup> J. I. MURO, 1993, tomo I, p. 548, nota 73; E. MIER, 1909, pp. 270-281.

<sup>84</sup> Ver «Bases generales para la nueva legislación de obras públicas», *Revista de Obras Públicas*, XVI, 1868, pp. 269-271.

<sup>85</sup> V. MARTÍ FONT, 1870. Este columnista comprende que la liberalización señalada abría las puertas a los arquitectos, pero también a otros profesionales, civiles y militares.

Las oportunidades profesionales abiertas en la Administración local colisionan con competencias tradicionales de los arquitectos. Es el caso de una convocatoria de plazas de jefe de viabilidad y conducciones y subjefe de fontanería del Ayuntamiento de Barcelona a finales de 1869. En febrero de 1871, la plaza de jefe de edificaciones y ornato recae en un arquitecto; la de jefe de viabilidad y conducciones, en un ingeniero de caminos; y la de subjefe de fontanería, en un director de caminos vecinales. Varios arquitectos recurren esa decisión ante la Diputación. La Comisión Provincial, en mayo del año siguiente, declara nulo el acuerdo del ayuntamiento: estas plazas deben ser ocupadas por arquitectos. Por su parte, el 30 de septiembre varios ingenieros de caminos elevan un recurso al Ministerio de Fomento<sup>86</sup> y este remite la demanda al Consejo de Estado. Según el organismo consultivo, los ingenieros de caminos poseen aptitud técnica y legal para desempeñar esas plazas y los arquitectos solo la técnica<sup>87</sup>. Es una muestra de la complejidad de situaciones derivadas de la competencia corporativa. La entrada en la escena civil de personas promocionadas desde cuerpos militares aumenta esa complejidad.

Los ingenieros del Ejército que desean trabajar en tareas civiles pueden hacerlo con el abandono temporal o definitivo de su condición militar. En determinados momentos, las circunstancias de la plantilla y la carga presupuestaria facilitan esas situaciones. Una de las soluciones es utilizar la condición de «supernumerario». Los oficiales en esa situación están empleados de forma temporal en comisiones no relacionadas con tareas del cuerpo, en ocasiones en otros ramos de la Administración<sup>88</sup>. Numerosos ingenieros de caminos o de minas utilizaron esa condición, hasta el punto que fue necesario establecer límites, debido a la existencia de una línea poco clara entre los intereses de la economía privada y los del Estado<sup>89</sup>.

Hemos encontrado referencias a esa figura desde la primera etapa fernandina. En ese momento existen «oficiales empleados en comisiones» o supernumerarios, aunque la tradición seguramente es más antigua. Tras la guerra de la Independencia abundan los ingenieros militares en comisiones extraordinarias relacionadas con la

---

<sup>86</sup> *Gaceta de Madrid*, 20 de mayo de 1873, y *Revista de Obras Públicas*, 1873, vol. 21, n.º 10, pp. 119-121.

<sup>87</sup> Parte oficial. Orden de 13 de mayo de 1873 del Ministerio de la Gobernación recogiendo el dictamen del Consejo de Estado sobre la aptitud técnica y legal que poseen los ingenieros de caminos para ocuparse de la dirección de obras municipales que tengan relación con su carrera, en *Revista de Obras Públicas*, 1873, vol. 21, n.º 10, pp. 119-121. Con posterioridad, algunos ingenieros del Ejército entrarían a formar parte de los servicios de diversos ayuntamientos. Un ejemplo es el autor del proyecto de urbanización del extrarradio de Madrid, Pedro Núñez Granés. Sobre su figura y el alcance de sus propuestas ver C. GAVIRA, 1996, pp. 117-128.

<sup>88</sup> El Ministerio de la Guerra dicta una orden en 1869 que autoriza el pase a supernumerarios sin sueldo alguno por el presupuesto de Guerra de un número de jefes y oficiales de ingenieros igual a la séptima parte del personal señalado en el cuadro orgánico; ver DEPÓSITO DE LA GUERRA, 1871.

<sup>89</sup> F. VILLACORTA, 1989, p. 47.



ingeniería civil o con encargos docentes u organizativos<sup>90</sup>. Durante el Trienio Liberal, los responsables del cuerpo defienden, de forma abierta, la intervención de los ingenieros en tareas civiles. Los argumentos utilizados pueden resumirse en dos: el ahorro económico que ello supone y la capacidad profesional para llevar a cabo dichas tareas. En ese momento, el cuerpo de ingenieros militares tiene 24 oficiales en destinos no relacionados con trabajos de la corporación. Las comisiones extraordinarias aumentan durante la década de 1840, en forma de viajes al extranjero, trabajos topográficos en Barcelona, Baleares y la frontera, el levantamiento del Mapa de España y la conducción de aguas a Madrid. En la década siguiente, los supernumerarios quedan separados del servicio de la corporación: en una gran proporción están ocupados en el diseño, construcción y gestión de líneas de ferrocarril, tareas a las que estuvieron ligados durante más de dos décadas. Efectivamente, a partir de 1858, unos 15 ingenieros al año de media están empleados en empresas ferroviarias. En los años sesenta aparecen de forma aislada jefes y oficiales encargados de obras públicas civiles, de vías de comunicación e hidrográficas. Por entonces, no parecen existir problemas corporativos, debido, en buena medida, a que todavía no es necesaria una titulación académica para realizar determinados proyectos.

En los territorios de ultramar, y durante buena parte del Ochocientos, los ingenieros militares realizan trabajos geográficos<sup>91</sup>, de arquitectura civil, ingeniería de caminos y obras públicas. En concreto, hasta 1866, los ingenieros están encargados de las obras públicas en ultramar, y en Cuba esa exclusividad se prolonga hasta 1878<sup>92</sup>. Y, nuevamente, a partir de 1883, por escasez de personal civil para servir en Cuba, Puerto Rico y Filipinas, esas plazas quedan cubiertas por miembros del Ejército. También con el cargo de ingeniero de caminos, en 1909 es nombrado jefe de Obras Públicas de la Guinea Española el teniente de ingenieros Félix González.

Los ejemplos de ingenieros militares que desempeñan tareas civiles en Cuba son numerosos: Juan Bautista Orduña es nombrado arquitecto municipal de La Habana y proyecta entre 1863 y 1866 la urbanización de Las Murallas de la ciudad; Francisco José de Albear es autor de proyectos de ingeniería hidrográfica, como la canalización de aguas de la ciudad, y del levantamiento de su plano topográfico, realizado entre 1859 y 1863; Mariano Carrillo de Albornoz y Archer elabora el plano de ensanche de La Habana<sup>93</sup>. Los programas de estudio de la ingeniería militar, escribe en una

<sup>90</sup> F. SÁENZ RIDRUEJO, 1989a, p. 83.

<sup>91</sup> Sobre los trabajos geográficos desempeñados en Cuba por las comisiones de Estadística y División del Territorio entre 1827 y 1857, y la participación en estas del ingeniero militar J. G. J. Valcourt, véase F. NADAL, 1989.

<sup>92</sup> E. GALLEGO, 1909, pp. 299-326.

<sup>93</sup> Ver «Obras públicas ejecutadas en La Habana por el cuerpo de ingenieros del ejército durante el año 1846», *Memorial de Ingenieros*, 1847, tomo II, pp. 39-43; sobre los ingenieros militares en Cuba y Filipinas véanse R. GARCÍA BLANCO, 2002; I. GÜELL, 1941, pp. 27-29; INGENIEROS DEL EJÉRCITO, 1918, pp. 78-116; y E. GALLEGO, 1909, pp. 299-301.

circular Zarco del Valle, «abrazan todos los conocimientos fundamentales de la ciencia del ingeniero, como son las matemáticas puras y mistas, la física, la química, la mecánica, etc., y además los de aplicación para las diversas clases de construcciones civiles y militares»<sup>94</sup>.

En la Península, los ingenieros militares encuentran la oposición de otras corporaciones. En la segunda mitad de 1860, y coincidiendo con la crisis económica del periodo moderado, hay una paralización de los ingresos en el cuerpo. La experiencia de algunos oficiales en tareas civiles y las oportunidades abiertas en otras instancias de la Administración producen solicitudes de baja. La primera referencia que conocemos data de 1866. Ese año, un grupo de ingenieros militares obtiene la autorización para crear una empresa relacionada con el sector de la construcción.

A partir de 1871 aparecen publicadas opiniones sobre la conveniencia de la participación de los ingenieros militares en obras civiles<sup>95</sup>, aunque los conflictos corporativos son evidentes en los inicios de la década de 1890. El 7 de abril de 1893, un Real Decreto firmado por Segismundo Moret, ministro de Fomento, liberaliza el servicio de obras públicas para permitir la realización de estudios de carreteras y completar la red existente. Un artículo de ese Real Decreto afirma que «los proyectos deberán [...] estar suscritos por un ingeniero de caminos o un ayudante de obras públicas»<sup>96</sup>.

Como respuesta a este Real Decreto, una comisión de ingenieros militares, presidida por el general Federico Alameda y Liancourt, se entrevista con el ministro de la Guerra, José López Domínguez<sup>97</sup>, para reivindicar el derecho de ejercer en empresas particulares y la posibilidad de firmar los proyectos de obras públicas que, para su aprobación, fueran presentados al Ministerio de Fomento. La comisión considera «injusta y perjudicial» la necesidad de que un ingeniero de caminos o un ayudante de obras públicas deban autorizar los proyectos de carreteras. La presión política surte efecto. La Ley de Presupuestos de 5 de agosto de 1893 permite ejercer como ingenieros fuera de la corporación a aquellos con títulos académicos militares<sup>98</sup>.

<sup>94</sup> El ingeniero general añadía: «Para desempeñar trabajos geodésicos, es evidente que los oficiales de ingenieros poseen conocimientos más vastos que los que son necesarios para desempeñar las plazas de arquitectos municipales, [...] en el servicio ordinario del cuerpo adquieren después la práctica de las obras, puesto que son ellos las que las dirigen», en *Real Orden Circular 28 de abril de 1859, informe de Zarco del Valle sobre la capacidad del ingeniero Juan Bautista Orduña para desempeñar la plaza de arquitecto municipal de La Habana*, Archivo de la Corona de Aragón, Fondo Comandancia de Ingenieros, caja 185.

<sup>95</sup> Una de las primeras se encuentra en *Memorial de Ingenieros*, XXVI, 1871.

<sup>96</sup> Real Decreto de 7 de abril de 1893, en *Gaceta de Madrid*, sábado 8 de abril de 1893, n.º 98, p. 87.

<sup>97</sup> A.: «Los ingenieros militares», *El Liberal*, n.º 5055, miércoles 25 de abril de 1893. Cit. en C. ALFONSO LÓPEZ: «Los ingenieros militares y las obras públicas», *Boletín de la Revista de Obras Públicas*, vol. 41, n.º 10, Madrid, 30 de abril de 1893, pp. 77-81.

<sup>98</sup> El artículo 51 de la Ley de Presupuestos 1893-1894, de 5 de agosto de 1893, recoge los aspectos derivados de los derechos académicos. En concreto, y para lo que aquí interesa, dice lo siguiente: «En lo

Desde ese momento, los ingenieros militares solicitan la equiparación con los civiles en la esfera privada. Para ello despliegan diversas estrategias: presiones políticas, búsqueda de referentes en el pasado de la corporación y responsabilidad profesional de la ingeniería militar en ultramar.

La prensa de la época y los órganos de expresión corporativa se hacen eco de la polémica. Ingenieros militares como Genaro Alas Ureña intervienen en ella. El 28 de abril de 1893, desde las páginas de *La Correspondencia de España*, Alas propone que los miembros de su corporación realicen proyectos de carreteras, en defecto de los ingenieros de caminos y ayudantes de obras públicas. Por su parte, el ingeniero de caminos Carlos Alfonso replica en la *Revista de Obras Públicas*<sup>99</sup>. Uno de los argumentos esgrimidos es que la ingeniería civil dispone de numerosos supernumerarios, y de otros efectivos personales que aún no han ingresado en la corporación por falta de vacantes. Esta es solo la primera entrega de la polémica.

Un artículo firmado el 11 de mayo de 1893 por el profesor de la Academia José de Toro y Sánchez, desde las páginas del *Memorial de Ingenieros del Ejército*, critica la exclusividad de los ingenieros de caminos en determinados ámbitos. Según de Toro, «si los individuos del cuerpo de caminos tienen derecho de dejar temporal o definitivamente el servicio del Estado, para pasar como ingenieros al de empresas particulares, ¿por qué no los ingenieros del Ejército?»<sup>100</sup>.

En la réplica publicada el 8 de junio de 1893, Carlos Alfonso intenta delimitar el territorio de cada uno: «El ingeniero de caminos, fuera del cuerpo, presta iguales servicios a los que desempeña sirviendo al Estado. El ingeniero militar debe ejercer su carrera como militar; pues es evidente que nunca puede presentarse el caso de que un particular tenga que utilizar sus servicios de ingeniería militar» y «para que en la esfera particular pueda hacer útiles sus conocimientos, ha de prestarlos como ingeniero civil, que es precisamente el cometido de los de caminos»<sup>101</sup>. Este ingeniero insiste en la separación de competencias entre los cuerpos civiles y militares;

Lógico es que los militares tengan el derecho de abandonar su destino oficial cuando ningún perjuicio puede resultar de ello a la institución; pero no lo es que al ocuparse del de los particulares hayan de desempeñar otra profesión.

---

sucesivo no podrá ejercerse en las carreras de ingenieros sin el título académico correspondiente, y previo el pago de los derechos establecidos o que se establezcan, y asimismo será indispensable la posesión de dichos títulos académicos, civiles o militares, para el ejercicio de estas profesiones en España en trabajos particulares», en *Gaceta de Madrid*, domingo 6 de agosto de 1893, n.º 218, p. 442.

<sup>99</sup> C. ALFONSO LÓPEZ: «Los ingenieros militares y las obras públicas», *Boletín de la Revista de Obras Públicas*, Madrid, 30 de abril de 1893, vol. 16, n.º 41, pp. 77-81.

<sup>100</sup> J. de TORO: «Los ingenieros militares y las Obras Públicas», *Memorial de Ingenieros del Ejército*, año XLIX, Madrid, mayo de 1893, n.º IV, pp. 137-142. (Firmado el 11 de mayo de 1893).

<sup>101</sup> C. ALFONSO LÓPEZ: «Los ingenieros militares y las obras públicas», *Boletín de la Revista de Obras Públicas*, Madrid, 8 de junio de 1893, vol. 16, n.º 41, pp. 132-136.

[...] Como la carrera militar no puede tener aplicación considerada individualmente, sino en relación con el Estado, el que la abandona temporal o definitivamente no pierde el carácter de ingeniero, pierde el de ingeniero militar, que es su profesión, única a que se refieren sus estudios oficiales<sup>102</sup>.

Por su parte, José de Toro, en respuesta a Carlos Alfonso, aspira al ejercicio de la ingeniería en empresas particulares. El objetivo de su defensa es apoyar «su derecho, en virtud del cual tienen hoy ocupación con entera satisfacción de las empresas un crecido número de mis compañeros»<sup>103</sup>. En *El Imparcial*, el ingeniero militar José Ramírez también contesta a los argumentos del ingeniero de caminos. Según Ramírez, los ingenieros del Ejército tienen competencia para desempeñar todos los servicios de la ingeniería, tanto civil como militar. A pesar de todas estas argumentaciones, el decreto que inició la polémica no fue derogado. Pero tampoco terminó la disputa entre las corporaciones.

La autorización a los ingenieros militares en 1893 es indefinida y da pie a la publicación de otras normas, como el Real Decreto 28 de mayo de 1894, sobre la expedición de títulos académicos de ingenieros militares por el Ministerio de la Guerra<sup>104</sup>, o la Ley de Presupuestos de 30 de junio de 1895, cuyo artículo 31 reconoce el derecho de los jefes y oficiales del Ejército a obtener un título oficial<sup>105</sup>. En mayo de 1896 una comisión mixta de profesionales civiles y militares celebró una reunión con objeto de debatir una propuesta de los ingenieros civiles sobre el «deslinde en el campo de la ingeniería en trabajos particulares». Los de caminos conceden a los militares competencias para proyectar, construir y conservar carreteras, puentes y viaductos de toda clase, obras hidráulicas en los ríos con objetos diversos, y el proyecto, construcción y explotación de vías férreas y tranvías.

Según los representantes de los ingenieros militares, sin embargo, este conjunto de prescripciones no es reconocido por el Ministerio de Fomento. Las dificultades para el reconocimiento de los títulos conseguidos en la Academia producirán reacciones por parte de los ingenieros del Ejército. Una instancia del general de división e ingeniero militar Rafael Cerero y Sainz a la Junta Consultiva de Guerra, firmada en Madrid el 5 de enero de 1897, inicia un expediente administrativo con importantes consecuencias. El general Cerero solicita el cumplimiento de las disposiciones ya dic-

<sup>102</sup> *Ibidem*, pp. 132-133.

<sup>103</sup> J. de TORO: «Los ingenieros militares y las Obras Públicas», *Memorial de Ingenieros del Ejército*, año XLIX, Madrid, julio de 1893, n.º VI, pp. 204-207. (Firmado el 7 de julio de 1893).

<sup>104</sup> El artículo 2.º dispone que el Ministerio de Fomento «dictará las disposiciones conducentes a que los poseedores de los títulos [...] puedan ejercer su carrera en trabajos particulares», en *Gaceta de Madrid*, 30 de mayo de 1894.

<sup>105</sup> «Los jefes y oficiales de todos los Cuerpos del Ejército y Armada tendrán derecho a que se les expida el título profesional correspondiente, según lo dispuesto por el artículo 51 de la ley de 5 de agosto de 1893». Ley de presupuestos del Estado para el año económico de 1895-1896, en *Gaceta de Madrid*, lunes 1 de julio de 1895, n.º 182, p. 2.

tadas. El expediente pasa al Consejo de Estado y este emite un informe con fecha 14 de abril de 1897 que, en síntesis, defiende el derecho de los ingenieros militares, provistos de títulos, para ejercer la profesión.

En esa línea, una Real Orden del Ministerio de la Guerra, de 4 de septiembre de 1897, obliga a jefes y oficiales de artillería e ingenieros a obtener títulos para ejercer su profesión en tareas particulares. Con el objeto de apoyar esa capacidad profesional, en una crítica al libro del ingeniero de caminos Pablo de Alzola y Minondo, realizada desde las páginas del *Memorial de Ingenieros del Ejército* por José Marva y Mayer<sup>106</sup>, este reivindica la actuación de los militares en diversos ámbitos de carácter civil. Marva llama la atención respecto a la tradición histórica de la participación militar en el desarrollo de las obras públicas en España.

La polémica queda abierta durante un tiempo, hasta que la Real Orden de 7 de enero de 1900, de la Presidencia del Consejo de Ministros, cierra el expediente iniciado por Rafael Cerero y permite a los ingenieros militares, con títulos académicos, el libre ejercicio de la profesión en trabajos particulares. Esta decisión motiva la presentación de un manifiesto por una representación de ingenieros civiles y arquitectos, publicado el 31 de marzo de ese año<sup>107</sup>, donde muestran preocupación por las consecuencias de tal decisión y defienden un título académico para cada especialidad:

Cada especialidad requiere un título. Y solo para ella da aptitudes; de suerte que el ingeniero de caminos no puede ser agrónomo, ni de montes el industrial, ni el ingeniero civil puede ser militar, ni el militar civil, y a eso se refiere la ley al decir «título académico correspondiente».

Según esta postura, el título suministrado a los ingenieros militares es el de ingenieros civiles y, por tanto, útil en todos los ramos de la ingeniería y arquitectura. Además, el cuerpo de artillería adquiere el título académico de ingeniero industrial, «sin que pueda explicarse nadie qué género de contacto tiene la artillería con la ingeniería industrial en sus múltiples aspectos». Por todo ello, los ingenieros civiles y arquitectos solicitan la suspensión de la Real Orden<sup>108</sup>.

Los ingenieros militares reaccionan airados, y publican asimismo un extenso alegato con sus propias opiniones sobre la cuestión y las de otras corporaciones<sup>109</sup>, en

<sup>106</sup> «El libro del Sr. Alzola “Las obras públicas en España” y los ingenieros militares», *Memorial de Ingenieros del Ejército*, tomo xvi, 1899, pp. 199-210.

<sup>107</sup> *Revista de Obras Públicas*, n.ó 1344, 27 de junio de 1901.

<sup>108</sup> «Instancia presentada por los Ingenieros civiles y Arquitectos a la Presidencia del Consejo de Ministros, Madrid, 31 de marzo de 1900», en *Derecho de los ingenieros militares al ejercicio de la ingeniería en la esfera particular*, Madrid, Imprenta del Memorial de Ingenieros del Ejército, 1902, pp. 33-51; también publicada en *Revista de Obras Públicas*, n.ó 1344, 27 de junio de 1901.

<sup>109</sup> *Derecho de los ingenieros militares...*, 1902. Este texto está firmado el 15 de abril de 1902 por una comisión del cuerpo de ingenieros del Ejército compuesta por José Marva, Luis Andrade, Félix Arreta, Cayo de Azcárate, José Ortega y Juan Nolla. Reproducido parcialmente en J. LÓPEZ MUTNOS, 1993, tomo II, pp. 539-556.



**10.13. Ingenieros militares distinguidos:** (1) Antonio Remón Zarco del Valle y Huet (1785-1866), uno de los principales valedores de la organización de la ingeniería militar en el periodo liberal, desde su cargo de ingeniero general, fue el primer presidente de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (1848-1866). (2) Mariano Carrillo de Albornoz y Archer (1784-1860), individuo de mérito de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando (1839), desarrolló buena parte de su labor profesional en Cuba, en importantes tareas militares y civiles. (3) Fernando García San Pedro y García (1793-1854), responsable de la formación matemática en la Academia de Ingenieros, con la llegada de los liberales fue encargado de reformar sus contenidos y poner al día el centro; en 1853 formula el plan de trabajo para levantar el mapa de España, definiendo el esquema de la red geodésica fundamental de primer orden. (4) Carlos Ibáñez e Ibáñez de Ibero (1825-1891) desarrolló una intensa labor al frente de la cartografía oficial española desde 1854, año en que es nombrado miembro de la Comisión del Mapa de España. Individuo de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (1861), fue elegido presidente de la Asociación Geodésica Internacional (1866-1891) y nombrado director del Instituto Geográfico de España (1870-1889).



defensa de la validez de sus títulos. Afirman que no disfrutaban de privilegios arrebatados a los civiles, sino que poseen competencia técnica para trabajar en obras ajenas al ramo militar, dado que la tienen para el servicio del Estado.

El siglo XIX, para los oficiales de ingenieros, acaba con una definición de la ingeniería cuando menos sorprendente: «la ingeniería, en sí, no es militar ni civil, y los títulos otorgados tampoco son ni de uno ni de otro carácter». Su aspiración queda condensada en la «libertad del trabajo en la esfera particular de la ingeniería española»<sup>110</sup>.

En 1902, la resolución de un recurso interpuesto por un arquitecto y dos maestros de obras cordobeses confirma el derecho a la práctica privada por parte de los ingenieros del Ejército. Los maestros de obras y el arquitecto habían recusado la capacidad del ingeniero militar Ángel de Torres y de Illescas para firmar los planos de un proyecto constructivo fuera del casco urbano de Córdoba. El Consejo de Estado dictamina que la memoria y los planos debieron ser autorizados por un profesor de arquitectura. El informe del órgano consultivo afirma que la titulación del ingeniero militar permite ejercer tareas propias de los ingenieros, pero no invadir las propias del arquitecto. Dicho informe motiva la publicación de una Real Orden de Gobernación de 3 de mayo de 1902, donde se especifica que «las obras o trabajos particulares que pueden realizar los ingenieros militares son los que, con arreglo a las disposiciones citadas, competen y están dentro de las atribuciones propias de los ingenieros civiles similares a aquellos»<sup>111</sup>.

## V

### CONCLUSIONES

La formación del ingeniero militar del Ochocientos responde a una larga evolución de contenidos educativos. Un nuevo perfil profesional queda plasmado en la Ordenanza de 1803. Desde el cierre de la prestigiosa Academia de Matemáticas de Barcelona, el cuerpo de ingenieros del Ejército dispuso, durante el siglo XIX, de un centro académico propio, en cuyas aulas son formados y después promocionados un número apreciable de oficiales. Los estudios allí cursados tienen una importante componente científico-técnica, como muestran los diversos planes organizados desde 1803, y de forma destacada el de 1839.

El Cuerpo de Ingenieros del Ejército inicia el siglo XIX con una nueva organización y unas perspectivas limitadas al ámbito militar. Las diferentes reformas de la corporación, relacionadas con los avatares de la centuria en el Ejército y en la política

<sup>110</sup> *Derecho de los ingenieros militares...*, 1902, p. 59.

<sup>111</sup> «Informe de la sección de Gobernación y Fomento del Consejo de Estado sobre el recurso interpuesto por un arquitecto y un maestro de obras al permiso de un proyecto y planos de una edificación en el municipio de Córdoba, firmado por un ingeniero militar», en *Gaceta de Madrid*, n.º 126, 6 de mayo de 1902, p. 587.

española, aumentan de forma significativa los oficiales en las plantillas. No faltan oportunidades para ellos en diferentes campos de la ciencia, la administración y la técnica. En varios periodos, jefes y oficiales de ingenieros participan en tareas inicialmente no previstas para los miembros de este cuerpo facultativo militar, incluso en la esfera privada, en competencia con las corporaciones civiles. El estudio detallado de las carreras y biografías de estos ingenieros debe aportar nuevos datos sobre unas delimitaciones cuando menos difusas de la ingeniería ochocentista.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALFONSO LÓPEZ, Carlos: «Los ingenieros militares y las obras públicas», *Boletín de la Revista de Obras Públicas*, vol. 41, n.º 10, Madrid, 30 de abril 1893, pp. 77-81.
- ALMIRANTE, José: *Bibliografía militar de España, por el Excmo. Señor [...], brigadier de ingenieros*, Imprenta y Fundición de Manuel Tello, Madrid, 1876.
- «Apuntes históricos de la Escuela Especial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos», *Revista de Obras Públicas*, 45, n.ºs 1177 y 1178, 1898, pp. 251-255 y 261-267.
- AUSEJO, Elena: «Mathematicians and politicians: the case of Spanish military men (1789-1848)», *Bolletino di Storia delle Scienze matematiche*, 1995, vol. 15, n.º 1, pp. 15-26.
- y M.<sup>a</sup> Ángeles VELAMAZÁN, «De Lagrange a Cauchy: el cálculo diferencial en las academias militares en España en el siglo XIX», *Llull, Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, vol. 16, n.º 30, Barcelona, 1993a, pp. 327-370.
- AZNAR, Juan Vicente: «Antonio Suárez (1821-1907) y la polémica sobre el sistema métrico decimal en España», en M. VALERA y C. LÓPEZ FERNÁNDEZ (eds.): *Actas del V Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, DM-PPU, Murcia-Barcelona, 1991, tomo II, pp. 1342-1358.
- BALANZAT, Luis: *Circular de 11 de junio de 1841 disponiendo se dé la última mano a los inventarios generales con arreglo al modelo que se incluye y se compren los instrumentos necesarios para dichos depósitos y se hace una revista a los mismos*, mss. Archivo de la Corona de Aragón, Comandancia de Ingenieros, caja 175.
- «Bases generales para la nueva legislación de obras públicas», *Revista de Obras Públicas*, XVI, n.º 23, Madrid, 1 de diciembre de 1868, pp. 269-271.
- BONET CORREA, Antonio: *Cartografía militar de plazas fuertes y ciudades españolas. Siglos XVII-XIX. Planos del Archivo Militar Francés*, Instituto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, Madrid, 1991.
- (dir.): *La polémica ingenieros-arquitectos en España, siglo XIX*, Turner / Colegio Oficial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid, 1995.
- BOSCH Y ARROYO, Manuel: «Lista general de los oficiales del Cuerpo de Ingenieros del Ejército desde el siglo XVI hasta 1910», *Memorial de Ingenieros del Ejército*, 5.<sup>a</sup> época, tomo XXVIII (XXXVII de la publicación), 1911, pp. 277-381.

- «Breves consideraciones sobre el supuesto monopolio ejercido por el Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos», *Revista de Obras Públicas*, tomo XIV, n.º 17, 1 de septiembre de 1866, pp. 210-205, y tomo XVI, n.º 20, 1868, pp. 233-238.
- BUISSERET, David: *La revolución cartográfica en Europa, 1400-1800. La representación de los nuevos mundos en el Europa del Renacimiento*, Paidós, Barcelona, 2004.
- BUJ, Antonio: «La vivienda salubre. El saneamiento de poblaciones (1908) en la obra del ingeniero militar Eduardo Gallego Ramos», *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, vol. VII, n.º 146 (012), Barcelona, 1 de agosto de 2003. <[http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-146\(012\).htm](http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-146(012).htm)>.
- CÁMARA, Alicia (ed.): *Los ingenieros militares de la monarquía hispánica en los siglos XVII y XVIII*, Ministerio de Defensa / Centro de Estudios Europa Hispánica, Madrid, 2005.
- CANO RÉVORA, M.<sup>a</sup> Gloria: *Cádiz y el Real Cuerpo de Ingenieros Militares (1697-1847). Utilidad y firmeza*, Servicio de Publicaciones de la Universidad, Cádiz, 1994.
- CAPEL, Horacio: «Geografía y cartografía», en M. Selles, J. L. Peset y A. Lafuente: *Carlos III y la ciencia de la Ilustración*, Alianza Editorial, Madrid, 1988, pp. 99-126.
- «Las Academias de Ingenieros», en M. Selles, J. L. Peset y A. Lafuente: *Carlos III y la ciencia de la Ilustración*, Alianza Editorial, Madrid, 1988, pp. 187-204.
- «Los ingenieros militares y el sistema de fortificación en el siglo XVIII», en Alicia Cámara (ed.): *Los ingenieros militares de la monarquía hispánica en los siglos XVII y XVIII*, Ministerio de Defensa y Centro de Estudios Europa Hispánica, Madrid, 2005.
- Joan-Eugeni SÁNCHEZ, y Omar MONCADA: *De Palas a Minerva. La formación científica y la estructura institucional de los ingenieros militares en el siglo XVIII*, Ediciones del Serbal / CSIC, Barcelona, 1988.
- Lourdes GARCÍA, José Omar MONCADA, Francesc OLIVÉ, Santiago QUESADA, Antonio RODRÍGUEZ, Joan-Eugeni SÁNCHEZ y Rosa TELLO: *Los ingenieros militares en España, siglo XVIII. Repertorio biográfico e inventario de su labor científica y espacial*, Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona, Barcelona, 1983.
- CARRILLO DE ALBORNOZ Y GALBEÑO, Juan: «Síntesis histórica del arma de ingenieros», *Memorial de Ingenieros*, noviembre de 1986, 36 pp.
- et ál.: *Abriendo camino. Historia del arma de ingenieros. Siglos XVI al XIX*, Fundación Central Hispano, Madrid, 1997.
- Circular de 6 de junio de 1847 sobre los instrumentos y la necesidad de encargar al cuerpo de ingenieros la realización del Mapa de España*, mss. Archivo de la Corona de Aragón, Comandancia de Ingenieros, caja 175.
- CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS: *Archivo de planos del Servicio Geográfico del Ejército. Catálogo de Mapas. Castilla la Nueva. Mapas Generales. Madrid Capital y Provincia. Siglos XVII a XIX, Fuentes Cartográficas, I*, CSIC, Instituto de Geografía Aplicada, Madrid, 1972.

- «Conveniencia de emplear a los oficiales de ingenieros en los trabajos civiles», *Memorial de Ingenieros*, XXVI, 1871, pp. 9-11.
- DEPÓSITO DE LA GUERRA. *Memoria sobre la organización militar de España*, tomo 1, Imp. de Vicente Labajos, Madrid, 1871.
- Derecho de los ingenieros militares al ejercicio de la ingeniería en la esfera particular*, Imprenta del Memorial de Ingenieros del Ejército, Madrid, 1902.
- «Dirección General de Ingenieros al Ministro de la Guerra. Propuesta hecha al Ministerio de la Guerra para el establecimiento de una Brigada Topográfica, Madrid, 7 de octubre de 1847», *Memorial de Ingenieros*, Madrid, 1847, pp. 67-72.
- Estudio histórico del Cuerpo de Ingenieros del Ejército, iniciado al celebrar en 1903 el primer centenario de la creación de su academia y de sus tropas y empezado a publicar en el segundo centenario de la creación del cuerpo en 24 de abril de 1911 por una comisión redactora con la cooperación de los jefes y oficiales de ingenieros*, Establecimiento Tipográfico Sucesores de Rivadeneyra, Madrid, 1911, 2 vols.
- FERNÁNDEZ BASTARRECHE, Fernando: *El Ejército español en el siglo XIX*, Siglo XXI, Madrid, 1978.
- FERNÁNDEZ CÁNOVAS, Manuel: «Ingeniería militar e ingeniería civil, dos ingenierías íntimamente vinculadas», *Revista de Obras Públicas*, septiembre de 2001, n.º 3413, pp. 47-57.
- GALLAND-SEGUELA, Martine: «Las condiciones materiales de la vida privada de los ingenieros militares en España durante el siglo XVIII», *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, vol. VIII, n.º 179, Barcelona, 15 de diciembre de 2004, <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-179.htm>>.
- GALLEGO Y RAMOS, Eduardo: «Los ingenieros militares en la esfera particular», *Memorial de Ingenieros*, XXVI, 4.ª época, 1909, pp. 299-326.
- GARCÍA BLANCO, Rolando: «El Real Cuerpo de Ingenieros en Cuba», *Biblio3W. Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, vol. VII, n.º 398, Barcelona, 15 de septiembre de 2002, <<http://www.ub.es/geocrit/b3w-398.htm>>.
- GARCÍA SAN PEDRO, Fernando: *Memoria presentada al Escmo. Sor. Yngeniero General, por el teniente coronel D. Fernando García San Pedro, sobre la organización que tienen en Francia y la Bélgica las Escuelas Militares donde reciben su instrucción los Yngenieros del Ejército*, Madrid, 28 de febrero de 1839, 30 fols. mss. Archivo General Militar, Segovia, Sección 1.ª, legajo G-925.
- *Memoria sobre los trabajos ejecutados por la comisión de indagaciones en el extranjero por los años de 1844 y 45*, Litografía de Ingenieros, Madrid, 1 de agosto de 1846.
- GARCINI, Vicente de: *Reseña histórica de la Escuela Especial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, desde su creación hasta 1873*, Imprenta y Estereotipia de M. Rivadeneyra, Madrid, 1873.
- «Reseña histórica de la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos», *Revista de Obras Públicas*, año XLVI, n.º extraordinario, Madrid, 12 de junio de 1899, 33 páginas sin numerar.

- GARMA PONS, Santiago: «La enseñanza de las matemáticas en España durante el segundo tercio del siglo XIX», *Llull, Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, n.º 2, 1978, pp. 26-34.
- GAVIRA, Carmen: *Miradas desde la ingeniería. Redes e infraestructuras en Madrid*, Celeste, Madrid, 1996.
- GÜELL, Ildelfonso: «Breve reseña de la fortificación, antiguas obras de defensa y actuación de los ingenieros del ejército en las obras civiles de España», *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, tercera época, vol. xxv, n.º 21, Barcelona, 1941, pp. 515-547.
- Indicaciones sobre el arreglo del arma de ingenieros del Ejército Nacional Permanente*, Imprenta Doña Rosa Sanz, Madrid, 1820.
- «Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos», *Revista de Obras Públicas*, n.º extraordinario, XLVI, 1899.
- INGENIEROS DEL EJÉRCITO: *Compendio histórico publicado al cumplirse el segundo centenario de la creación del cuerpo y dedicado a sus clases e individuos de tropa*, segunda edición, Imprenta del Memorial de Ingenieros del Ejército, Madrid, 1918.
- «Instrucción preliminar para la Academia del Real Cuerpo de Ingenieros establecida en Alcalá de Henares, 1803», en *Estudio Histórico del Cuerpo de Ingenieros del Ejército*, Establecimiento Tipográfico Sucesores de Rivadeneyra, Madrid, 1911, tomo II, pp. 27-31.
- «Instrucción provisional para los aspirantes a alumnos de la Academia de Ingenieros del Ejército», Madrid, 16 de marzo de 1837. Archivo de la Corona de Aragón, Fondo Comandancia de Ingenieros, caja 186.
- LÓPEZ MUÍÑOS, Juan: *Algunos aspectos de la ingeniería militar española y el cuerpo técnico. En el 50 aniversario de la Creación del Cuerpo Técnico (1940-1990)*, Ministerio de Defensa, Servicio de Publicaciones, Madrid, 1993, 2 vols.
- MARTÍ FONT, Víctor: «Obras públicas de España (continuación)», *Revista de Obras Públicas*, 1870, n.ºs 18, 20 y 21, pp. 238-243 y 251-253.
- MARTÍN DEL YERRO, Francisco: *Plazas y puntos fuertes de la península e islas y posesiones adyacentes*, 1850, mss. Servicio Histórico Militar (Madrid).
- MARTÍNEZ, Esther: «El general Rodríguez de Quijano y Arroquia y su colección de signos convencionales», *Revista de Geografía*, n.º 23, Barcelona, 1989, pp. 75-86.
- MAS HERNÁNDEZ, Rafael: *La presencia militar en las ciudades. Orígenes y desarrollo del espacio urbano militar en España*, Los Libros de la Catarata, Madrid, 2003.
- «Memoria sobre el arreglo del Real Cuerpo de Ingenieros del Ejército», 21 de junio de 1817, en *Materiales o noticias sobre el plan general de economías del ejército. Ingenieros Militares, 1802-1828*, mss. Servicio Histórico Militar (Madrid).
- MIER, Eduardo: «Reseña de los trabajos de los ingenieros del ejército en el Instituto Geográfico», *Memorial de Ingenieros del Ejército*, n.º extraordinario, 1909, pp. 265-281.

- MILLÁN, Ana: «Los estudios de geometría superior en España en el siglo XIX», *Llull. Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, vol. 14, n.º 26, 1991, pp. 117-186.
- MONTANER I GARCÍA, M. Carme: «Els treballs cartogràfics de l'exèrcit francès a Catalunya: l'entrada dels Cent Mil Fills de Sant Lluís i l'establiment del "Bureau Topographique de Barcelona": 1832-1828», *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*, n.º 33-34, 1992, pp. 243-250.
- *Mapes i cartògrafs a la Catalunya contemporània (1833-1941). Els inicis i la consolidació de la cartografia topogràfica*, Rafael Dalmau / Institut Cartogràfic de Catalunya, Barcelona, 2000.
- MUÑOZ CORBALÁN, Juan Miguel (coord.): *La Academia de Matemáticas de Barcelona. El legado de los ingenieros militares*, Novatesa / Ministerio de Defensa, Barcelona, 2004.
- MURO MORALES, José Ignacio: «Territorio y sociedad en el pensamiento militar contemporáneo», en José Luis Peset (coord.): *Ciencia, vida y espacio en Iberoamérica*, vol. III, 1989, pp. 143-178.
- «Las transformaciones en los usos de las propiedades militares en España», *Finisterra*, XXV, n.º 5, 1990a, pp. 261-298.
- «Ciudades, fortificaciones y zonas polémicas en la España del siglo XIX», en Horacio Capel: *Los espacios acotados. Geografía y dominación social*, PPU, Barcelona, 1990b, pp. 113-137.
- «Las enseñanzas científicas en la Academia de Ingenieros del Ejército (siglo XIX)», en M. Varela y C. López Fernández (eds.): *Actas del V Congreso de la Sociedad de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, DM / PPU, Murcia / Barcelona, 1991, pp. 1405-1423.
- «Un plano para una nueva ciudad: la Brigada Topográfica y de Ensanche del Cuerpo de Ingenieros del Ejército (1846-1852)», en Horacio Capel, José M.ª López Piñero y José Pardo Tomás (coords.): *Ciencia e ideología en la Ciudad (I). I Coloquio Interdepartamental Valencia 1991*, Generalitat Valenciana, Valencia, 1992, pp. 229-242.
- *El pensamiento militar sobre el territorio en la España contemporánea*, Ministerio de Defensa, Madrid, 1993, 2 vols.
- «Ingenieros militares en España en el siglo XIX. Del arte de la guerra en general a la profesión del ingeniero en particular», *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, vol. VI, n.º 119 (93), Barcelona, 1 de agosto de 2002, <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn119-93.htm>>.
- «Las zonas polémicas y la desmilitarización del territorio», en Juan Miguel Muñoz Corbalán (coord.): *La Academia de Matemáticas de Barcelona. El legado de los ingenieros militares*, Novatesa / Ministerio de Defensa, Barcelona, 2004, pp. 359-374.
- FRANCESC NADAL y LUIS URTEAGA: *Geografía estadística y catastro en España, 1856-1870*, Ediciones del Serbal, Barcelona, 1996.



- NADAL, Francesc: «La formación de la “Carta Geógrafo-Topográfica” de Valcourt y los trabajos geográficos de las Comisiones de Estadística y División del Territorio de Cuba (1821-1868)», en J. L. Peset (coord.): *Ciencia, vida y espacio en Iberoamérica*, CSIC, Madrid, 1989, vol. III, pp. 329-356.
- NADAL, Francesc, y URTEAGA, Luis: «Cartografía y estado. Los mapas topográficos nacionales y la estadística territorial en el siglo XIX», *Geo Crítica*, n.º 88, Barcelona, julio de 1990.
- Ordenanza que S. M. manda observar en el servicio del Real Cuerpo de Ingenieros*, Imprenta Real, Madrid, 1803, 2 vols.
- PESET, José Luis, Santiago GARMA y Juan Sisinio PÉREZ GARZÓN: *Ciencias y enseñanza en la revolución burguesa*, Siglo XXI, Madrid, 1978.
- Programa para los exámenes de ingreso al Curso Preparatorio en la Academia Especial de Ingenieros del Ejército*, Lit. Academia de Ingenieros, Guadalajara, 1874.
- QUADRA, Ambrosio de la: *Reglamento para la Academia de Ingenieros*, por Real Orden 23 de junio de 1828, mss. Archivo de la Corona de Aragón, Comandancia de Ingenieros, caja 169.
- REAL CUERPO DE INGENIEROS. *Memoria formada por la Junta Superior del Cuerpo en marzo de 1828 con motivo de la reforma que se proponía hacer del Ejército, en el plan económico que se hallaba al examen de una Junta de Oficiales Generales*, 1828, mss Servicio Histórico Militar (Madrid).
- Reglamento adicional a la Ordenanza del Real Cuerpo de Ingenieros, que S. M. ha resuelto se observe para el servicio de este cuerpo en Indias*, Imprenta Real, Madrid, 1805.
- Reglamento adicional a la Ordenanza del Real Cuerpo de Ingenieros para el establecimiento militar de Alcalá de Henares de 30 de noviembre de 1816, de orden de S. M.*, Imprenta Real, Madrid, 1816.
- Reglamento para el Colegio General Militar que ahora se establece en el Real Alcázar de Segovia*, Imprenta Real, Madrid, 1824.
- Reglamento para el servicio del cuerpo de ingenieros del ejército en lo tocante a proyectos, dirección y contabilidad de las obras de fortificación y edificios militares que tiene a su cargo, aprobado por S. M. en 5 de junio de 1839*, Imprenta Nacional, Madrid, 1839.
- Reglamento para la Academia Especial del Arma de Ingenieros, 1 de octubre de 1839*, Imprenta Nacional, Madrid, 1839.
- Reglamento para la Academia Especial del Arma de Ingenieros*, Imprenta del Memorial de Ingenieros, Madrid, 1859.
- Reglamento para la Academia Especial del Cuerpo de Ingenieros*, Imprenta del Memorial de Ingenieros, Madrid, 1870.
- Reglamento para el servicio de las obras que tiene a su cargo el cuerpo de ingenieros del ejército, aprobado por el Gobierno de la República en 14 de junio de 1873*, Imprenta del Memorial de Ingenieros, Madrid, 1873.

- Reglamento para la Academia Especial del Cuerpo de Ingenieros*, Madrid, Imprenta del Memorial de Ingenieros, Madrid, 1875.
- Reglamento orgánico para la Academia de Aplicación de Ingenieros*, Imp. y Fund. de Manuel Tello, Imp. de Cámara de S. M., Madrid, 1886.
- Reglamento para la ejecución de las obras y servicios técnicos que tiene a su cargo el cuerpo de Ingenieros del Ejército, aprobado por R. O. de 4 de octubre de 1906*, Imprenta del Memorial de Ingenieros del Ejército, Madrid, 1906.
- REMÓN ZARCO DEL VALLE, Antonio: *Instrucciones para la uniforme redacción de las memorias que el Excmo. Sr. Ingeniero General manda formar a los Dir. Subinsp. y otros Jefes del Cuerpo acerca del sistema defensivo permanente que conviene a la seguridad del reino y trabajos que progresivamente deberían ejecutarse para realizarlo*, Est. Tip. Francisco de Paula Mellado, Madrid, 1844.
- RUMEU DE ARMAS, Antonio: *Ciencia y tecnología en la España ilustrada. La Escuela de Caminos y Canales*, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos / Turner, Madrid, 1980.
- SÁENZ RIDRUEJO, Fernando: «Las obras públicas en el siglo XIX», en VV. AA.: *Cuatro conferencias sobre historia de la ingeniería de obras públicas en España*, CEDEX, Madrid, 1989a, pp. 79-119.
- *Ingenieros de caminos del siglo XIX*, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid, 1989b.
- SÁNCHEZ ABAL, Roberto: *La enseñanza militar en el reinado de Alfonso XII*, Ministerio de Defensa, Secretaría General Técnica, Madrid, 1992.
- SARMIENTO LEÓN-TROYANO, Antonio: «Bosquejo sobre la ingeniería militar en España», en VV. AA.: *Breve historia de la ingeniería en España*, Dossat, Madrid / Buenos Aires / México, 1950, pp. 112-125.
- SERVICIO GEOGRÁFICO DEL EJÉRCITO: *Cartoteca histórica. Índice de atlas universales y mapas y planos históricos de España*, Imprenta del Servicio Geográfico del Ejército, Madrid, 1974.
- SILVA SUÁREZ, Manuel (ed.): *Técnica e ingeniería en España. II. El Siglo de las Luces. De la ingeniería a la nueva navegación*, Real Academia de Ingeniería / Institución «Fernando el Católico» / PUZ, Zaragoza, 2005.
- SOROA Y FERNÁNDEZ DE LA SOMERA, José M.<sup>a</sup> de: «Comisiones militares en el extranjero», *Memorial de Ingenieros del Ejército*, XXVI, 1909, pp. 282-288.
- Trabajos de la Comisión de Reorganización del Ejército*, Depósito de la Guerra, Madrid, 1874, 2 vols.
- VARELA Y LIMIA, Manuel: *Resumen histórico del arma de ingenieros en general y su organización en España*, Imp. Nacional, Madrid, 1846.
- VELAMAZÁN, M.<sup>a</sup> Ángeles, y Elena AUSEJO: «Los planes de estudio en la Academia de Ingenieros del Ejército de España en el siglo XIX», *Llull, Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, vol. 12, n.º 23, Barcelona, 1989, pp. 415-453.

- VELAMAZÁN, M.<sup>a</sup> Ángeles: «Nuevos datos sobre los estudios de geometría superior en España en el siglo XIX: la aportación militar», *Llull, Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, vol. 16, n.º 31, Barcelona, 1993b, pp. 587-620.
- «La enseñanza de las matemáticas en las academias militares en España en el siglo XIX», *Cuadernos de Historia de la Ciencia*, n.º 7, Seminario de Historia de la Ciencia y de la Técnica de Aragón, Universidad, Zaragoza, 1994.
- «Vicisitudes de la Academia de ingenieros durante la guerra de la Independencia», *Memorial de Ingenieros*, 1908, pp. 200-212.
- VILLACORTA BAÑOS, FRANCISCO: *Profesionales y burócratas. Estado y poder corporativo en la España del siglo XX, 1890-1923*, Siglo XXI, Madrid, 1989.
- ZORRAQUÍN, MARIANO DE: *Geometría analítico-descriptiva*, Imp. Manuel Amigo, Alcalá, 1819.