

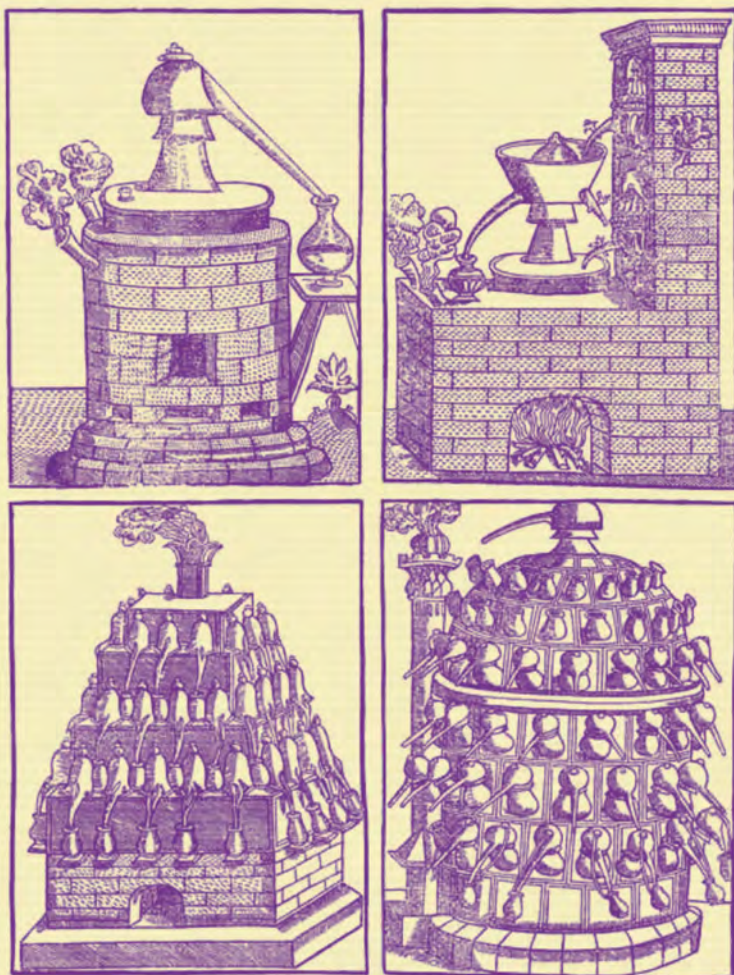
2.^a edición, corregida
y aumentada

MANUEL SILVA SUÁREZ, ed.

TÉCNICA E INGENIERÍA EN ESPAÑA

I

EL RENACIMIENTO De la técnica imperial y la popular



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

MANUEL SILVA SUÁREZ, ed.

EL RENACIMIENTO

De la técnica imperial y la popular

(2.^a edición corregida y aumentada)

TÉCNICA E INGENIERÍA
EN ESPAÑA

MANUEL SILVA SUÁREZ, ed.

**TÉCNICA E INGENIERÍA
EN ESPAÑA**

I

EL RENACIMIENTO
De la técnica imperial y la popular

Alicia Cámara Muñoz	M. ^a Jesús Mancho Duque
Jordi Cartaña i Pinén	Pedro Mora Piris
Fernando Cobos Guerra	Fernando Sáenz Ridruejo
Jesús Criado Mainar	Julio Sánchez Gómez
Mariano Esteban Piñeiro	Manuel Silva Suárez
Nicolás García Tapia	M. ^a Isabel Vicente Maroto
Miguel Á. Granada Martínez	Siro Villas Tinoco
Alexander G. Keller	

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

Publicación número 2.829
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 Renacimiento: De la técnica imperial y la popular / Manuel Silva Suárez. —
Zaragoza: Real Academia de Ingeniería : Institución «Fernando el Católico» :
Prensas Universitarias, 2008

760 p. : il. ; 24 cm. — (Técnica e Ingeniería en España ; I)
ISBN: 978-7820-XXX-X

1. Ingeniería-Historia-S. XVI y XVII. I. SILVA SUÁREZ, Manuel, ed. II. Institución
«Fernando el Católico», ed.

© De los textos, sus autores.

© De la presente edición, Real Academia de Ingeniería, Institución «Fernando el Católico»,
Prensas Universitarias de Zaragoza, 2008.

Cubierta: Diversos modelos de alambiques recogidos por Miguel Agustí en el libro
Secrets d'Agricultura, casa rústica i pastoril (Barcelona, 1617). El uso más
común de estos ingenios era la destilación de licores. No obstante, con el
objetivo de conseguir restaurativos medicinales, también se empleaba para
conseguir extractos de flores, cortezas, frutas y raíces, e incluso de animales
como ranas, garzas, babosas u hormigas.

Contracubierta: Para romper una pieza defectuosa de artillería se construía un peque-
ño horno con el que se le calentaba por el lugar deseado. Una vez alcanza-
da la temperatura adecuada se rompía con golpes de maza. Con objeto de
avivar el fuego se solía emplear una pareja de barquines como los mostra-
dos. (*Discurso del Capitán Cristóbal Lechuga, en que trata de la Artillería y
de todo lo necesario a ella con un tratado de fortificación y otros adverti-
mientos*, Milán, 1611; fig. 27).

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

ISBN: 978-84-7820-975-0 (2.ª edición ampliada del volumen I)

Depósito Legal: Z-XXXX-08

Corrección ortotipográfica: Marisancho Menjón y María Regina Ramón

Maquetación: Littera

Impresión: ARPI Relieve, Zaragoza

IMPRESO EN ESPAÑA - UNIÓN EUROPEA

ÍNDICE

Nota previa sobre la segunda edición	7
Presentación: Modernidad y técnica en el imperio	9
1. Sobre Técnica e Ingeniería: en torno a un <i>excursus</i> lexicográfico <i>Manuel Silva Suárez</i>	27
1.I. Técnica y arte	28
1.II. Ingeniero e ingeniería	31
1.II.1. Aproximación etimológica: “ingenio” + “-ero”	32
1.II.2. Elementos sobre la profesión en la Edad Moderna	42
1.II.3. Arquitecto e ingeniero	47
1.II.4. <i>Ingénieur “versus” engineer</i> : dos tradiciones profesionales diferenciadas	53
1.III. Ciencia y tecnología	57
1.III.1. Ciencia e ingeniería	57
1.III.2. En torno a “tecnología”	61
Bibliografía	65
2. Valoración filosófica de la técnica <i>Miguel Ángel Granada Martínez</i>	67
2.I. Artes liberales y Artes mecánicas en la Antigüedad y en la Edad Media	67
2.II. La rebelión de los “artistas” en el Renacimiento italiano. Hacia el concepto de “Bellas Artes”	70
2.III. Artes mecánicas y ciencia en el Renacimiento. La rehabilitación y reivindicación de la técnica	72
2.III.1. La convergencia de artes mecánicas y ciencia en el Renacimiento	74
2.III.2. La rehabilitación de la técnica en los reformadores de la enseñanza: Luis Vives (1492-1540) y Petrus Ramus (1515-1572)	80
2.IV. Francis Bacon (1561-1626)	86
Bibliografía	94
3. Los gremios: estructura y dinámica de un “modelo” gremial <i>Siro Villas Tinoco</i>	95
3.I. Propuesta de un “modelo” de gremio	97
3.II. Aspectos económicos del mundo gremial	101
3.III. Los gremios, la política y el poder municipal	108
3.IV. Funcionalidad gremial en la organización social	114
3.V. Gremios, cofradías y asistencia benéfico-religiosa	119
3.VI. A modo de conclusiones	123
Bibliografía	127

4. La profesión de ingeniero: los ingenieros del rey	
<i>Alicia Cámara Muñoz</i>	129
4.I. Una nueva profesión: la procedencia de los protagonistas	131
4.I.1. La arquitectura y las artes	133
4.I.2. Militares, nobles y maestros	136
4.II. La formación	139
4.II.1. Geometría y matemáticas	139
4.II.2. La imprescindible experiencia	141
4.II.3. Academias y tratados	143
4.III. El ejercicio de la profesión	145
4.III.1. Controlar el territorio y las fronteras	145
4.III.2. El dibujo y las relaciones	150
4.III.3. La arquitectura militar	154
4.III.4. Las obras de ingeniería	159
4.IV. La vida de los ingenieros	162
4.IV.1. Servir a un señor	162
4.IV.2. Viajar, trazar, informar, ejecutar y controlar	163
4.IV.3. Estatus económico y social	164
4.V. Corte y ciencia: La geometría del Imperio	165
4.V.1. «Para mandar es menester ciencia»	165
4.V.2. El modelo de la Antigüedad y la intervención en el territorio	166
4.V.3. Volviendo a Vitruvio	167
Bibliografía	168
5. Instituciones para la formación de los técnicos	
<i>Mariano Esteban Piñeiro</i>	169
5.I. La formación técnica en las universidades	172
5.II. La Casa de la Contratación de Sevilla	175
5.III. La Academia Real Matemática	180
5.IV. Academias de Matemáticas en las ciudades del reino	194
5.V. Las Escuelas de Artillería	197
5.VI. La Cátedra de Matemáticas y fortificación	
del Consejo de Guerra	202
Bibliografía	206
6. Técnica y estética: los tratados de arquitectura	
<i>Jesús Criado Mainar</i>	207
6.I. Los tratados de arquitectura de la Italia renacentista	210
6.II. La arquitectura española del siglo XVI y los tratados	214
6.III. Una aproximación al panorama aragonés	225
6.III.1. Los inventarios de libros	225
6.III.2. Los contratos de obras	229
6.III.3. La aplicación práctica de los tratados	231
Bibliografía	235
7. El lenguaje: inflexión y pervivencias	
<i>Manuel Silva Suárez</i>	243
7.I. La representación gráfica: alcance y consecuencias	245
7.II. Pintando mares y territorios: la cartografía	247

7.II.1.	Sobre proyecciones cartográficas: la herencia helenística ...	248
7.II.2.	Cartografía marítima: portulanos, cartas planas y cartas esféricas	249
	Portulanos: «la cartografía floreció en el mar»	250
	Los orígenes de la cartografía marítima moderna: de cartas planas a esféricas	253
7.II.3.	De la geodesia a la planimetría	259
	Mapas corográficos	259
	El relieve: asignatura pendiente	265
7.III.	Apunte sobre sistemas de representación volumétrica: de la perspectiva cónica y las proyecciones cilíndricas	270
7.IV.	Corografía urbana. Perfiles, vistas y planos: entre la cartografía y la escenografía	276
7.V.	El dibujo arquitectónico: arquitectura civil e ingeniería de fortificación	286
7.VI.	La representación de máquinas: de “retratos” a esquemas	293
7.VII.	A modo de epílogo: el Renacimiento como punto de inflexión en las técnicas de representación. Maquetas y dibujos	304
	Bibliografía	307
8.	La divulgación técnica: características lingüísticas	
	<i>María Jesús Mancho Duque</i>	311
8.I.	El humanismo científico	311
8.II.	Las matemáticas como motor de la renovación técnica	312
8.III.	El castellano o español, instrumento de la divulgación técnica	313
8.IV.	La fluctuación genérica de los textos técnicos	316
8.V.	Lengua y estilo de los textos de la técnica	319
8.VI.	El problema de los tecnicismos	320
8.VII.	Los glosarios especializados de las artes técnicas	324
8.VIII.	Normalización de las voces especializadas	329
8.IX.	Los préstamos en el campo de la técnica	332
8.X.	La neología formal	337
8.XI.	La neología semántica	340
8.XII.	El inicio de las terminologías	342
	Bibliografía básica	343
9.	Ingeniería y obra pública civil	
	<i>Fernando Sáenz Ridruejo</i>	345
9.I.	Caminos y puentes	346
9.I.1.	Caminos de los Reyes Católicos	346
9.I.2.	El siglo XVI	348
9.I.3.	Los puentes renacentistas	349
	Algunos ejemplares notables	352
	El puente de Almaraz	355

9.II.	Obras hidráulicas: presas, acequias, etc.	356
9.II.1.	Presas	357
9.II.2.	La Acequia Imperial	359
9.II.3.	Los riegos de Aranjuez	362
9.II.4.	Otras acequias	363
9.II.5.	La Fuente Grande de Ocaña	364
9.II.6.	La mina de Daroca	364
9.III.	Abastecimientos de agua, acueductos	366
9.III.1.	Teruel	366
9.III.2.	Otros acueductos, Valladolid	369
9.III.3.	Plasencia y Oviedo	371
9.III.4.	Elevación de aguas a Toledo	373
9.IV.	Los puertos	375
	Bibliografía	382
10.	La artillería: aproximación y materiales	
	<i>Pedro Mora Piris</i>	385
10.I.	Aproximación a la artillería en los siglos xv y xvi	386
10.I.1.	La artillería de los Reyes Católicos	386
10.I.2.	La artillería de Carlos I	387
	Llegada a España de Carlos I. Primeras disposiciones	387
	Organización artillera de 1525 a 1540	388
	Organización de 1540 a 1555	388
10.I.3.	La artillería de Felipe II	389
10.II.	Los tratados de artillería: manuscritos e impresos	391
10.III.	Los primeros materiales de artillería (siglo xv)	392
10.IV.	La artillería del siglo xvi	395
10.IV.1.	Los primeros materiales de bronce	395
10.IV.2.	Cuestiones técnicas y balísticas en los nuevos materiales ...	397
10.IV.3.	Intento de regularización de los modelos de cañones	397
10.IV.4.	Aspectos técnicos: pólvoras, municiones y alcances	399
10.IV.5.	Montajes y transportes de las piezas	400
10.IV.6.	Procedimientos para hacer fuego	401
10.IV.7.	Operaciones balísticas	403
	Bibliografía	404
11.	Teoría y práctica en los tratados de artillería	
	<i>Mariano Esteban Piñeiro</i>	405
11.I.	Lo que debe saber un artillero	406
11.II.	Las primeras obras de artillería. Diego de Salazar	412
11.III.	De la <i>Nova Scientia</i> al <i>Perfeto Capitán</i>	415
11.IV.	El <i>Libro de instrumentos nuevos de Geometría</i> de García de Céspedes y los grandes tratados españoles de Ufano y Lechuga	430
11.V.	Consideraciones finales	446
	Bibliografía	447

12. La formulación de los principios de la fortificación abaluartada en el siglo xvi. De la <i>Apología</i> de Escrivá (1538) al <i>Tratado</i> de Rojas (1598)	
<i>Fernando Cobos-Guerra</i>	449
12.I. Modelos y principios del arte de la fortificación	450
12.II. La concepción del baluarte moderno	454
12.II.1. La fortificación española de transición	457
12.II.2. Baluartes frontales y baluartes angulares	458
12.III. La situación y protección de las defensas	461
12.III.1. De las casamatas	461
12.III.2. De las troneras	462
12.IV. La deflexión del fuego enemigo y el flanqueamiento de las obras propias	466
12.IV.1. Los tipos de cortina	471
12.V. Los ángulos y la proporción, la dimensión y forma de las plazas fuertes	472
12.V.1. Plantas y medidas ideales	472
12.VI. Los modelos ideales y la adaptación al lugar	478
12.VI.1. «Que como ningun lugar hay que totalmente sea como el otro, asi variamente se deven las fortalezas a los lugares acomodar»	478
12.VI.2. «Saber reconocer bien el puesto donde se ha de hacer la fortaleza»	484
Bibliografía	486
13. La minería	
<i>Julio Sánchez Gómez</i>	487
13.I. La demanda de productos extractivos en el mundo renacentista	488
13.II. La respuesta a la demanda	491
13.II.1. La minería española, 1500-1550	491
13.II.2. El nacimiento de la minería americana	495
13.II.3. La minería en Europa central, 1500-1550: un primer momento de esplendor	500
13.III. La renovación de la minería española	508
13.IV. El despegue de la minería americana	514
13.V. A modo de conclusión	522
Bibliografía	523
14. El arte de navegar	
<i>M.^a Isabel Vicente Maroto</i>	525
14.I. Pilotos y maestros en el arte de navegar	526
14.II. Textos náuticos	531
14.III. Instrumentos de navegación	537
14.IV. La determinación de la longitud	541
14.V. A modo de resumen	545
Bibliografía	547

15. La construcción naval	
<i>M.ª Isabel Vicente Maroto</i>	549
15.I. Los navíos ibéricos	550
15.I.1. Navíos de vela y de remo	550
15.I.2. Los navíos mediterráneos	552
15.I.3. Los navíos oceánicos	555
15.I.4. Las flotas	565
15.II. El arte de la construcción naval	566
15.III. Las unidades de medida lineales y de arqueo	570
15.IV. Los tratados de arquitectura naval	573
15.V. A modo de conclusión	586
Bibliografía	590
16. Agronomía y geoconomía	
<i>Jordi Cartaña i Pinén</i>	593
16.I. La literatura agronómica en el siglo XVI	595
16.I.1. Los autores geopónicos españoles	598
16.I.2. Las influencias de los autores clásicos en los geopónicos españoles	602
16.II. Estructura y organización de la obra de Gabriel Alonso de Herrera	607
16.III. Las aportaciones técnicas: entre la tradición y la modernidad .	615
16.III.1. Sobre las enmiendas del suelo y los abonos	615
16.III.2. El jardín renacentista visto por los agrónomos españoles ...	620
El diseño y las características técnicas	621
El riego del huerto y jardín	625
16.III.3. Las plantas agrícolas y ornamentales utilizadas durante el Renacimiento	626
16.IV. A modo de conclusión	635
Bibliografía	636
17. Protoindustria: Una perspectiva desde <i>Los Veintiún Libros de los Ingenios y Máquinas</i>	
<i>Alexander G. Keller y Manuel Silva</i>	639
17.I. Los molinos y sus tipos	641
17.II. Otros ingenios accionados hidráulicamente	651
17.III. Procesos “proto-industriales”	661
Bibliografía	667
18. Privilegios de invención	
<i>Nicolás García Tapia</i>	669
18.I. Inventar y descubrir	669
18.II. La técnica española en el Renacimiento	670
18.III. Origen de las patentes	672
18.IV. Privilegios de invención en España	674
18.V. Tipología de las invenciones	676
18.VI. Origen social de los inventores	678

18.VII. Invenciones en la técnica naval	680
18.VIII. Máquinas para elevar el agua	683
18.IX. Invenciones en molinos	687
18.X. Precedentes de las turbinas hidráulicas	690
18.XI. Las invenciones de Jerónimo de Ayanz	691
18.XII. Máquinas de vapor para el drenaje de minas	695
18.XIII. El privilegio de inventar	698
Bibliografía	699
Apuntes biográficos	701
Índice de ilustraciones	739

Colección
TÉCNICA E INGENIERÍA EN ESPAÑA



- I. *EL RENACIMIENTO*
(ISBN 84-7820-742-2, 624 pp., 2004)
- I. *EL RENACIMIENTO. De la técnica imperial y la popular (2.ª edición corregida)*
(ISBN 84-7820-795-0, 760 pp., 2008)
- II. *EL SIGLO DE LAS LUCES. De la ingeniería a la nueva navegación*
(ISBN 84-7820-815-1, 621 pp., 2005)
- III. *EL SIGLO DE LAS LUCES. De la industria al ámbito agroforestal*
(ISBN 84-7820-816-X, 573 pp., 2005)
- IV. *EL OCHOCIENTOS. Pensamiento, Instituciones y Sociedad*
(ISBN 978-84-7820-920-0/776 pp., 2007)
- V. *EL OCHOCIENTOS. Profesiones e Instituciones Civiles*
(ISBN 978-84-7820-920-0, 736 pp., 2007)

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

