

MANUEL SILVA SUÁREZ, ed.

**TÉCNICA E INGENIERÍA
EN ESPAÑA**

VI

EL OCHOCIENTOS
De los lenguajes al patrimonio

Enrique Alarcón Álvarez	José Ignacio Muro Morales
Carles Alayo i Manubens	Javier Ortega Vidal
José Vicente Aznar García	Stefan Pohl Valero
Emilio Bautista Paz	Francesc Rodríguez Ortiz
Vicente Casals Costa	Amaya Sáenz Sanz
Juan Ignacio Cuadrado Iglesias	Jesús Sánchez Miñana
Leonardo Fernández Troyano	Manuel Silva Suárez
Alberto Fraile de Lerma	Mercedes Tatjer Mir
Cecilio Garriga Escribano	Fernando Vea Muniesa
Josefina Gómez de Mendoza	M. ^a Ángeles Velamazán Gimeno
Guillermo Lusa Monforte	Patricia Zulueta Pérez
Javier Manterola Armisén	

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

Publicación número 3.111
de la
Institución «Fernando el Católico»
(Excma. Diputación de Zaragoza)
Plaza de España, 2 · 50071 Zaragoza (España)
Tels.: [34] 976 288878/79 · Fax [34] 976 288869
ifc@dpz.es
<http://ifc.dpz.es>

© Los autores, 2011.

© De la presente edición, Real Academia de Ingeniería, Institución «Fernando el Católico»,
Prensas Universitarias de Zaragoza, 2011.

Cubierta: La motorización es una característica esencial de la Revolución Industrial. Se presentan motores de tres tipos, todos diseñados y contruidos en el siglo XIX: Máquina de vapor semifuja vertical de Alexander Hermanos; motor horizontal de gas de tipo Otto, protegido por patente de invención, de Joaquín Torres; y dinamo *Gramme* L5 construida por la Sociedad Española de Electricidad. Estos tres tipos de motores coexistían en el cambio de siglo.

Contracubierta: Dibujos en la patente depositada por los ingenieros militares Eusebio Molera Bros y Juan Cebrián Cervera el 20 de junio de 1880 en los Estados Unidos. Residentes en California, trabajaron en muy diversos temas. Esta patente concierne a una mejora para los microscopios.

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

ISBN: 978-84-9911-151-3 (volumen VI)

Depósito Legal: Z-3688-2011

Corrección ortotipográfica: Ana Bescós y Laura Ayala

Digitalización: María Regina Ramón, AHOEPM, Bibl. ETSICCP de Madrid y Fons Històric de la ETSEI de Barcelona

Tratamiento digital: Manuel Silva Suárez

Maquetación: Littera

Impresión: INO Reproducciones, Zaragoza

IMPRESO EN ESPAÑA - UNIÓN EUROPEA

Anexo

Un álbum de dibujos de máquinas presentado en la Exposición Universal de Viena de 1873

Internacionales, nacionales o locales, universales o sectoriales, en el siglo XIX las exposiciones constituyeron escaparates en los que instituciones y empresas mostraron al mundo lo mejor de sus producciones. En ocasiones enviados por los Estados o por instituciones de muy diferente nivel, los visitantes examinaban los avances mostrados e incluso servían de altavoces a lo visto escribiendo artículos o monografías¹.

No es este momento para analizar los envíos desde las instituciones hispanas, pero valga recordar genéricamente algunas presencias incitadas desde el Ministerio de Fomento español. Por ejemplo, la Dirección General de Minas concurrió a varias exposiciones internacionales enviando bellas e interesantes muestras de minerales encontrados en el solar nacional o elementos de la importante cartografía producida. Del mismo modo, la Dirección General de Obras Públicas contribuyó con colecciones de modelos, planos y fotografías que mostraban producciones de su ramo (puentes, viaductos, estaciones de ferrocarril, puertos, faros, esclusas, túneles, abastecimientos de agua a ciudades, etc.) que llegaron a sorprender allende las fronteras². Análogamente, el Cuerpo de Ingenieros de Montes contribuyó, entre otras

¹ Son innumerables los textos al respecto. Simplemente para ilustrar este tipo de obras, considérense la *Memoria acerca de la Exposición Universal de Londres de 1862*, por Ramón de MANJARRÉS, entonces profesor de la Escuela de Ingenieros Industriales de Sevilla, y, también sobre la misma, el texto de Mariano CARRERAS Y GONZÁLEZ: *La España y la Inglaterra agrícolas en la Exposición Industrial de 1862*, Zaragoza, Impr. y Litogr. de Agustín Peiró, 1863; cambiando de exposición, escrita por un joven Joaquín COSTA, que va becado como «albañil», las *Ideas apuntadas en la Exposición Universal de 1867 para España y para Huesca*, Huesca, Impr. Arizón, 1868 (como anécdota, Costa dio la información necesaria a Mariano Catalán, mecánico oscense, para que construyera las primeras bicicletas hispanas de que se tiene noticia).

² Entre otras relaciones publicadas en la *Revista de Obras Públicas*, «Modelos, fotografías y planos presentados en la Exposición Universal de París, por la Dirección General de Obras Públicas», *ROP*, 12 (marzo de 1867), pp. 139-143.

cosas, con monografías sobre temas muy diversos relativos a especies autóctonas peninsulares³.

En este marco, el álbum que reproducimos en este anexo fue presentado por la Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona⁴ a la Exposición Universal de Viena de 1873. Inédito, su interés reside tanto en su belleza como en ser un testigo de las capacidades de la industria de la construcción de motores en la Cataluña del momento, de máquinas de vapor y turbinas hidráulicas en particular.

I

LAS EXPOSICIONES INTERNACIONALES Y LA ESCUELA EN ESAS DÉCADAS

La Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona participó en diversas exposiciones internacionales. Mencionaremos únicamente algunos datos fragmentarios relativos a certámenes próximos temporalmente al que nos ocupa. De este modo, el 20-III-1876 el director de la Escuela, Ramón de Manjarrés⁵, escribía al rector de la Universidad Literaria de Barcelona para darle noticias de los objetos que esta enviaba a la Exposición Universal de Filadelfia⁶:

La Escuela a mi cargo mandó a la Exposición de Filadelfia doce proyectos de otras tantas fabricaciones desarrolladas gráficamente por los alumnos y con sus correspondientes memorias manuscritas. Un tomo de muestras de tejidos hechos por los alumnos de la clase de teoría y práctica de tejidos y un cuadro caligráfico en que constaba en resumen lo que consta en los dos impresos que remito con ligeras modificaciones poco o nada importantes en el fondo y de las cuales textualmente no conservo copia. Sin embargo la Escuela se propone ampliar aquellos datos por medio de un cuadro topográfico más completo si como espero encuentro medio de remitirlo, para ilustración de la comisión española en Filadelfia.

³ Entre los libros redactados por miembros de este Cuerpo, en la Exposición Universal de Barcelona de 1888 se presentó *Cría, cultivo y aprovechamiento del pino piñonero*, Madrid, Impr. de Moreno y Rojas, 1888, debido al ingeniero jefe Felipe ROMERO Y GILSANZ.

⁴ Sobre la génesis y evolución de esta institución a lo largo del siglo XIX, véase, en esta misma colección, Guillermo LUSA MONFORTE: «La Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona», en Manuel SILVA SUÁREZ (ed.): *Técnica e ingeniería en España*, vol. V: *El Ochocientos: profesiones e instituciones civiles*, Zaragoza, Real Academia de Ingeniería / Institución Fernando el Católico / Prentas Universitarias de Zaragoza, 2007, pp. 351-394.

⁵ Acerca de Manjarrés véase un apunte biográfico en Manuel SILVA SUÁREZ (ed.), *op. cit.*, p. 675. Una biografía más amplia, en Francesc BARCA SALOM y Guillermo LUSA MONFORTE: «Ramon de Manjarrés (1827-1918). La química agrícola i la professionalització de l'enginyer industrial», en Josep M. CAMARASA Y Antoni ROCA (dirs.): *Ciència i tècnica als Països Catalans: una aproximació biogràfica*, Barcelona, Fundació Catalana per a la Recerca, 1995, vol. 1, pp. 383-423.

⁶ Guillermo LUSA MONFORTE: «El traslado de la Escuela de Ingenieros al edificio de la nueva Universidad (1873)», *Documentos de la Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona*, 8 (1998), pp. 85 y 129.

También de esta época es una carta enviada por Manjarrés al Director General de Instrucción Pública el 14-I-1878, con motivo de haberle solicitado que examinara en el mes de mayo a un grupo de quince estudiantes de la Escuela para así poder visitar acto seguido la Exposición de París. En su larga misiva⁷ Manjarrés aprovechaba para hacer historia de las disposiciones que se habían adoptado en anteriores exposiciones, que favorecían la asistencia de los alumnos. De paso nos confirma que estudiantes de las Escuelas Industriales habían acudido a las exposiciones de 1855 (París) y de 1862 (Londres):

En la de 1855 el que firma este informe estudiaba en el Real Instituto Industrial de Madrid cuando la Comisión Provincial de la Diputación de Barcelona le nombraron [sic] de la Comisión de operarios científicos que debían pasar a la capital de Francia con el objeto de encargarse de la instalación y del estudio especial del ramo de tintes y estampados. Dichas Corporaciones pidieron al Gobierno que permitiese marchar antes de concluir el curso. El Gobierno accedió a que dejase las clases, cuya asistencia era entonces obligatoria, examinándose a su regreso en Setiembre. Lo mismo se hizo en 1862, en que el Gobierno dispuso que fuese un alumno de cada una de las Escuelas Industriales entonces existentes; recordando que el que fue de Sevilla marchó antes de concluirse el curso, sin que se le tuviesen en cuenta las faltas, con la obligación de examinarse en Setiembre.

Finalizaba su misiva solicitando que los alumnos que pensaban acudir a la exposición fuesen examinados en primer lugar, y que se les permitiese aplazar algunos ejercicios hasta su regreso. La Dirección General aceptó sus propuestas, facilitándoles de este modo el viaje.

Centrados en el álbum que nos ocupa, el 8-IV-1873 Ramón de Manjarrés envió al rector de la Universidad Literaria de Barcelona la relación de los objetos que dicha universidad iba a mandar a la Exposición vienesa. He aquí el párrafo inicial y el fragmento que se refiere específicamente a la contribución de la Escuela⁸:

[*Margen*] Exposición universal de Viena de 1873. Se da cuenta de los objetos y demás remitidos por parte de Barcelona.

Sr. Rector de la Universidad Literaria

Barcelona, 8 de Abril de 1873

Para que V. S. pueda, si lo considera oportuno, manifestar a la superioridad la manera como se ha correspondido a la circular de la Dirección general de Instrucción pública, fecha 24 Noviembre pasado, en que se invitaba a todos los centros de enseñanza para que concurrieran a la Exposición universal de Viena con todas aquellas obras, objetos y documentos que pudieran dar idea del estado de la instrucción pública y del estado de cultura del país, tengo el gusto de participarle, como presidente de la sección de industria que se hizo cargo del grupo relativo a la Educación, Instrucción y Cultura del

⁷ *Ibid.*, pp. 86 y 130-131.

⁸ Archivo de la ETSEIB, *Copiador de oficios pasados al Gobierno y al I. S. Rector de la Universidad. Salida. Tomo 2.º (10 octubre 1859 – 2 marzo 1887)*, f. 161r-v.

Programa de dicha Exposición, que se han entregado las obras y objetos siguientes a la Comisión central que ha venido a Barcelona con tal objeto:

[...]

Escuela de Ingenieros Industriales

Álbum que contiene el programa de asignaturas de la Escuela, y una colección de láminas que representan los tipos de motores adoptados por las principales casas constructoras de Cataluña, copiados del natural por los alumnos de la clase de proyectos.- Lithología meteórica, por D. Joaquín Balcells, un folleto.- Calentamiento y ventilación de edificios, por D. Francisco de Paula Rojas, 1 tomo, obra premiada en concurso público por la Real Academia de Ciencias de Madrid.- Memoria acerca de la Exposición universal de Londres de 1862, por D. Ramón Manjarrés, 1 tomo.- Lecciones de química industrial inorgánica, por el mismo, 1 tomo.- Memoria sobre tintes y estampados de la Exposición universal de Londres de 1862, por el mismo.- Memoria sobre el mejoramiento de nuestros aceytes, por el mismo.- Memoria sobre la influencia de los fosfatos féreos en la agricultura, por el mismo, premiada en concurso público por la Real Academia de ciencias de Madrid.- De los abonos para las tierras, por D. Luis Justo y Villanueva, 1 tomo.- Dos anuarios del laboratorio del Instituto de San Isidro, por el mismo.- Memoria sobre el aparato Carré, por D. Dámaso Calvet.- Curso de dibujo industrial, por D. Joaquín Mata, texto y atlas.

[...]

D.º &.º El Dir. R. Manjarrés

II

EL PROFESOR Y LOS ALUMNOS QUE ELABORARON EL ÁLBUM

Tal como puede leerse en las primeras páginas del álbum, en 1873 estaba vigente el plan de estudios de 1857 (recuperado en 1868), que consistía en cursar y aprobar durante tres años en la Facultad de Ciencias diez asignaturas que constituían la formación científica básica. Después de esto, los alumnos entraban en la Escuela para seguir los estudios de aplicación (los tecnológicos propios de la carrera), que duraban tres años.

Las láminas fueron realizadas en el marco de las enseñanzas de Dibujo de Proyectos, que se extendían a lo largo de los tres cursos de la carrera. El catedrático responsable de estas materias era Dámaso Calvet de Budallès (1836-1891)⁹. Nacido en Figueres (Girona), tras estudiar entre 1852 y 1855 en la Escuela Industrial barcelonesa

⁹ También se le conoce como *Damas* o *Damás Calvet*. Fue un reconocido poeta y autor teatral en lengua catalana que obtuvo diversos galardones en los Juegos Florales de Barcelona. Fueron muy conocidos y celebrados los versos que dedicó a Monturiol y a su aventura submarina. Véase Carles PUIG-PLÀ: «Damas Calvet de Budallès (1836-1891). L'enginyer-poeta», en Antoni ROCA ROSELL (COORD.): *Narcís Monturiol: una veu entre utopia i realitat*, Barcelona / Figueres, Sociedad Estatal de Conmemoraciones Culturales / Museu Empordà, 2009, pp. 102-113.



A.1. «Sala de Bibujo [sic] industrial y de proyectos, capaz para cien alumnos», del Álbum de la Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona, 1878 (v. la ilustración 6.4 del vol. v de esta misma colección; fot.: Juan Martí; adapt: MSS).

obtuvo el título de profesor industrial. Durante esos años trabajó como dibujante en La España Industrial; en 1858-1859 cursó estudios en el Real Instituto Industrial de Madrid y obtuvo el título de ingeniero químico. Profesor sustituto de la cátedra de Matemáticas Aplicadas a la Industria en el Instituto de Valencia (1860), en 1861 el Gobierno le concedió una pensión para estudiar en el extranjero durante dos años los avances de las industrias químicas. Apoyó a su paisano Monturiol en el proyecto del icítineo colaborando en la determinación del proceso químico que permitía generar calor para la máquina de vapor, así como en el procedimiento para conseguir una atmósfera respirable dentro del submarino. En agosto de 1866 fue nombrado profesor interino de Dibujo Industrial y Proyectos en la entonces Escuela Superior Industrial de Barcelona.

En cuanto a quienes dibujaron las láminas, en la segunda página del álbum se nos dice que «fue ejecutado por mano de alumnos que asisten a distintos cursos y que están por consiguiente a distinto grado de conocimiento y de práctica en el Dibujo de Proyectos». Todas están firmadas por el profesor, pero solo aparecen dos firmas de alumnos: la de Narcís Xifra, que dibujó la «Turbina sistema Moreno» de la empresa Talleres

Porredon, Claret y C.^a de Gerona, y la de Juan Barrau, que es autor de la «Turbina sistema Fontaine perfeccionado» de Planas, Junoy y C.^a, también de Gerona. Del primero sabemos bastantes cosas¹⁰; el segundo debe de ser Juan Barrau Buñol, graduado en 1877, hijo de Antonio Barrau Esplugas, que fue agente de La España Industrial en Manchester¹¹ y socio fundador en 1857 de Planas, Junoy, Barné y C.^a, la principal empresa que construyó en España las turbinas Fontaine. Ingeniero mecánico, Juan Barrau Buñol participó en 1883 en la creación de Planas, Flaquer y C.^a, empresa sucesora de la anterior¹². También se implicó en aventuras ferroviarias y en 1882 lo encontramos como accionista de la compañía del Ferrocarril Transversal del Principado de Cataluña.

III

EL ÁLBUM

El álbum comprende doce dibujos que representan máquinas y uno que describe un proyecto de riego, todos a doble página y color. Van precedidos por dos dobles páginas con sendos textos caligrafiados sobre la *Preparación e ingreso* en la Escuela, y la *Clase de proyectos* (ambos se transcriben como anexo). Según se afirma en el escrito antes citado de Ramón de Manjarrés, se representan «Los tipos de motores adoptados por las principales casas constructoras de Cataluña, copiados del natural por los alumnos de la clase de proyectos».

III.1. «Los tipos de motores adoptados por las principales casas constructoras de Cataluña»

Anotemos que las empresas y máquinas dibujadas son las siguientes:

- Talleres de Amador Pfeiffer, Barcelona: *Malacate aplicado a una noria* (LÁM. 1).
- Talleres de Pedro Colomé, Barcelona: *Molino de alas verticales* (LÁM. 2); *Máquina de vapor de un cilindro y condensación-expansión variable por el regulador* (8 CV, 5 atm) (LÁM. 6).

¹⁰ Graduado en 1871, como director técnico de la empresa de Francisco Dalmau (1874) y de la Sociedad Española de Electricidad (1881), Narcís Xifra fue uno de los primeros ingenieros que participaron activamente en la electrificación de la industria española. Véase un apunte biográfico de tan notable ingeniero en Manuel SILVA SUÁREZ (ed.), *op. cit.*, p. 717; también, Jordi MALUQUER DE MOTES: «Dalmau i Xifra, els pioners de la segona Revolució Industrial», en ídem (dir.): *Tècnics i tecnologia en el desenvolupament de la Catalunya contemporània*, Barcelona, Consell de Col·legis d'Enginyers Tècnics Industrials de Catalunya / Enciclopèdia Catalana, 2000, pp. 269-275.

¹¹ M.^a Luisa GUTIÉRREZ: *La España Industrial, 1847-1853: un model d'innovació tecnològica*, Barcelona, Enginyers Industrials de Catalunya, 1997.

¹² Acerca de la empresa y la familia Planas consúltese Jordi NADAL: «Los Planas, constructores de turbinas y material eléctrico, 1858-1949», *Revista de Historia Industrial*, 1 (1992), pp. 63-93.

- Talleres de Valls Hermanos, Barcelona: *Máquina de dos cilindros, sistema ALEXANDER* (LÁM. 3).
- Talleres del Nuevo Vulcano, Barcelona: [*Máquina de vapor de balancín superior*] (LÁM. 4); *Detalles de los cilindros y camisas de la máquina de balancín. Sistema WHITE* (LÁM. 5).
- [La Maquinista Terrestre y Marítima, Barcelona]: *Máquina de vapor de dos cilindros* (LÁM. 7).
- Talleres de Alexander Hermanos: *Máquina de vapor de dos cilindros* (verticales) (LÁM. 8); *Máquina marina, sistema ALEXANDER* (LÁM. 9).
- Planas, Junoy y C.^a, Gerona: *Turbina sistema FONTAINE perfeccionado* (LÁM. 10), firmada por Juan Barrau; *Proyecto de riego* (LÁM. 11); *Turbina sistema FOURNEYRON perfeccionada por FONTAINE* (LÁM. 12).
- Talleres Porrodon [sic], Claret y C.^a, Gerona: *Turbina sistema MORENO* (LÁM. 13), firmada por Narcís Xifra.

Desde el punto de vista de las empresas en que se gestan los proyectos estudiantiles se identifican: (1) dos de los tres grandes constructores de máquinas de vapor de Barcelona: Nuevo Vulcano y Alexander Hermanos; por ser quizás la empresa que contrataba un mayor número de ingenieros industriales para su oficina técnica y talleres, resulta extraño observar que La Maquinista Terrestre y Marítima nunca aparece explícitamente como empresa donde se realice una práctica¹³; (2) dos de los más importantes constructores de máquinas no motoras, ambos de Barcelona: Amador Pfeiffer para las tareas agrícolas y Valls Hermanos para la industria agroalimentaria; (3) la gran especialista nacional en turbinas hidráulicas, la gerundense Planas, Junoy y C.^a.¹⁴ Además, aparecen los talleres de Pedro Colomé, de Barcelona, y los de Porrodon, Claret y C.^a, de Gerona. El primero se ubicaba en la barcelonesa calle Amalia, nº 10, cerca de los talleres de Valls Hermanos. Del segundo puede decirse que, tras ampliar el taller de construcción, se anuncia en 1872¹⁵ como «LA CATALANA. Fundación

¹³ La máquina de la lámina 7 sí lo hace, pero ello no asegura que la práctica se hiciera en la empresa (véase el caso de la lámina 3).

¹⁴ Este conjunto de seis empresas pertenece al núcleo del sector de la construcción de máquinas hispano durante el siglo XIX. Han concitado una amplia bibliografía dentro de la historia industrial. Como referencia común, de tono divulgativo y algo apasionado en su redacción, en la que el eje conductor lo constituyen los empresarios, se puede acudir a *Fàbriques i empresaris: els protagonistes de la Revolució Industrial a Catalunya*, vol I: *Metallúrgics i químics*, de Francesc CABANA (Barcelona, Enciclopèdia Catalana, 1992). En particular, «Els Tallers Nuevo Vulcano de la Societat Navegació e Industria», pp. 46-57; «Alexander Germans», pp. 58-61; «La Maquinista Terrestre i Marítima», pp. 62-87; «Amador Pfeiffer», pp. 104-107; «Valls Germans, màquines per a la indústria alimentària», pp. 115-118; «Planas i Flaquer de Girona, turbines, màquines per a la indústria papeleria i construccions elèctriques», pp. 119-124.

¹⁵ *La Provincia: Periódico Republicano Federal*, Gerona, año I, n.º 34, 3 de octubre de 1872, p. 8.

de Hierro y Taller de Construcción de Máquinas de Porredon, Claret y Compañía» (c/ Ginesta, 6, Gerona), indicando que el señor Moreno es el director del taller y socio comanditario. Entre sus productos, turbinas hidráulicas, así como máquinas de vapor fijas y semifijas, motores de viento, bombas para elevar agua, máquinas de aserrar, prensas, trituradoras, etc. No obstante, en 1878 Juan Porredon y José Claret pasan a formar parte del accionariado de la fundición gerundense rival, controlada por la familia Planas, que pasa a denominarse *Planas y Compañía*¹⁶.

Llama la atención el que la máquina reflejada de Valls Hermanos sea una de vapor de Alexander Hermanos, no una de su propia especialidad (prensas de aceite o de vino; molinos para harina, café, chocolate o almendras; mezcladoras, amasadoras, batidoras, tostadoras...). No obstante, años más tarde, en la Exposición Internacional de Barcelona (1888), la empresa exhibirá máquinas de vapor de media presión y dos cilindros verticales, con caldera separada, también verticales¹⁷, constitutivamente próximas a modelos paradigmáticos de Alexander Hermanos.

Siete de las trece láminas conciernen a máquinas de vapor: 3, 8 y 9 (AH)¹⁸, 4 y 5 (NV)¹⁹, 7 (MTM)²⁰ y 6 (PC). Solo la 6 (PC) es de un cilindro y condensador. El resto son de dos cilindros (uno de alta y otro de baja presión; unas horizontales, otras verticales).

Las láminas 10, 12 y 13 ilustran turbinas hidráulicas (de eje vertical). Como indica Gumersindo DE VICUÑA, «el constructor español Sr. Planas (Gerona) se dedica casi exclusivamente a fabricar turbinas Fontaine. El Sr. Moreno, constructor de la misma población, es inventor de una turbina que lleva su nombre, y que tiene alguna analogía con la de Fontaine»²¹. Las dos primeras son de Planas, Junoy y C.^a: *Turbina siste-*

¹⁶ Josep CLARA («La Industria Moderna a la Girona del siglo XIX: la Fonería Planas», *Revista de Girona*, 80, 1977, p. 219) indica el funcionamiento de la empresa hasta 1878. Al incorporarse en ese año Porredon y Claret en la empresa de los Planas, cabe pensar en una suerte de integración, pero no disponemos de más información al respecto. En cualquier caso, tanto Josep CLARA como Jordi NADAL (*op. cit.*, 1992, p. 64) denominan *La Palma* a la empresa de Porredon y Claret, y no *La Catalana*, como ellos se anuncian.

¹⁷ Francesc CABANA, 1992, *op. cit.*, p. 116.

¹⁸ Modelos policilíndricos tándem y verticales próximos a los de las láminas 3 y 8 se muestran en las figs. 12.7.1 y 12.7.2, respectivamente.

¹⁹ La patente de Joseph White se comenta en la sección III.2.1 del capítulo 12 de este volumen. Una fotografía de la Exposición catalana de 1877 (fig. 12.6) muestra una máquina de balancín superior de Nuevo Vulcano, muy similar estructuralmente a la aquí considerada.

²⁰ Aparentemente análoga la máquina de la lámina 7 no se corresponde con ninguna de las expuestas en la fig. 12.7, todas del extenso catálogo de La Maquinista Terrestre y Marítima. No se observan indicios para pensar que fuese del sistema Corliss, que en 1872 empezó a fabricar la empresa de la Barceloneta.

²¹ *Motores empleados en la industria*, vol. II: *Motores hidráulicos*, Madrid, Impr. de Manuel Tello, 1872, p. 35.

ma FONTAINE perfeccionado (10) y Turbina sistema FOURNEYRON perfeccionada por FONTAINE (12). La de la lámina 13 es una Turbina de sistema MORENO y corresponde a privilegios de invención hispanos.

Juan Moreno y Villaret fue «un ebanista y carpintero de San Clemente (Cuenca)»²², como se ha mencionado, después director del taller de construcción de máquinas y socio comanditario de Porredon, Claret y C.^a. Registró tres privilegios (1862, 1864 y 1867) y tres patentes (dos de 1878, y 1879). Aquí interesan principalmente los privilegios (OEPM):

- 2.894. *Motor hidráulico de los conocidos como turbinas cuyo sistema difiere de los de su clase* (solicitud 03-VI-1864, por diez años).
- 4.330. *Perfeccionamientos en las turbinas hidráulicas concéntricas del sistema Moreno*, (solicitud 14-III-1867, por diez años).

Residente en 1867 en Amer (Gerona), Moreno pide este segundo privilegio por unas mejoras introducidas en el suyo previo de referencia 2.894. Patricio SÁIZ GONZÁLEZ (1999, p. 204) resume el contenido y las circunstancias que rodean la certificación de su puesta en marcha (las reproducimos por reflejar dificultades habidas en la gestión de la innovación técnica en el Ochocientos hispano):

consisten en un sistema de recepción del agua por el costado del rodete vertiéndola por el plato o disco inferior, lo que permite perder menos fuerza. A pesar de que se declara en práctica en octubre de 1869 hay que destacar que el solicitante envía varias instancias pidiendo la inspección, explicando que los retrasos son *por motivo de la mucha ocupación que a la primera autoridad civil de la provincia ocasiona el Gobierno de la Nación, en el estado anómalo por el que ha atravesado la Nación Española*. Por fin se acredita en el molino harinero de Francisco Salvatella, en San Pons de Fontajan [sic], distrito municipal de San Gregorio (Gerona). Allí se comprueba que en una turbina, que sirve de motor a dos muelas y a una bomba para riego de tierras, están instaladas las perfecciones. La turbina ha sido construida por cuenta del inventor, Sr. Moreno, en el taller de fundición que tienen establecido en Gerona los Srs. Porredon y Coma [sic].

Pudiera ser que Narcís Xifra, graduado en 1871, hiciera su dibujo en el tiempo en que se certificó la puesta en marcha del privilegio 4.330. Por otro lado, resulta curioso observar cómo años después «Valls Hermanos, Ingenieros constructores»²³ publicita entre sus motores no solo máquinas de vapor y de gas o de petróleo, sino también «Turbinas sistema Moreno perfeccionadas»²⁴.

²² Patricio SÁIZ GONZÁLEZ: *Invencción, patentes e innovación en la España contemporánea*, Madrid, Oficina Española de Patentes y Marcas, 1999, pp. 203-204.

²³ A Rafael Valls, fundador de la empresa (1854), le suceden sus hijos Agustín y Francisco (ingenieros industriales de las promociones de 1880 y 1888, respectivamente), que aumentan significativamente el catálogo de productos de la casa.

²⁴ Por ejemplo, véanse los anuncios en *Revista Tecnológico-Industrial*, septiembre de 1896, e *Industria e Invencciones*, 9-I-1897 o 20-VII-1903.

Las láminas 1 y 11 corresponden a instalaciones para elevar agua, básicamente para regar. La primera ilustra un tipo de producto paradigmático del catálogo de Amador Pfeiffer (véase, por ejemplo, la ilustración del lema *noria* en el *Diccionario de arquitectura e ingeniería* de Pelayo CLAIRAC, vol. V)²⁵. La número 11 es un sistema compuesto de una rueda hidráulica (de eje horizontal) de paletas casi rectas y fijas, de acción por debajo, que mueve la noria. La 2 es de un tipo de molino del que existen precedentes hasta en los teatros de máquinas renacentistas²⁶.

III.2. «Copiados del natural por los alumnos de la clase de proyectos»

Desde la perspectiva del dibujo, este bello álbum produce cierta «sorpresa» por las técnicas empleadas en su realización, allá en los comienzos de la década de 1870. Para analizar su *estilo gráfico*, en parte determinado por los objetivos perseguidos, consideraremos²⁷

- los sistemas de representación —de proyección geométrica— empleados, lo que permite la definición del «esqueleto» o «armazón» del dibujo;
- las variables gráficas (líneas, figuras, luces y sombras, texturas, colores), a veces de gran importancia a la hora de transmitir con eficacia la idea representada;
- la inclusión de lenguajes no estrictamente gráficos (rótulos y leyendas, escalas...).

En lo concerniente al sistema de representación, no se observa ningún dibujo en perspectiva cónica, en ninguna de sus múltiples variantes; tampoco existen perspectivas axonométricas (trimétrica, simétrica o isométrica). En realidad, todos los dibujos son vistas ortogonales, en las que se utiliza el sistema diédrico, generalmente el método del primer diedro. Esto es coherente con la idea de dibujo técnico, donde ha de primar el rigor descriptivo-dimensional frente a la impresión; cuando las vistas corresponden a secciones se valoran nítidamente las superficies seccionadas. Salvo en dos casos, los planos tienen una escala explícita para definir dimensiones, lo que se lleva a cabo mediante expresión de la relación entre las unidades del dibujo y las de la rea-

²⁵ Se dice que: «en los talleres de la casa Pfeiffer, se construyen norias bastante perfeccionadas, y sin embargo de poco coste y fácil reparación (fig. 1434)». El fascículo del *Diccionario* debió de salir en Madrid en 1889, pero por el fallecimiento del autor el conjunto del volumen no se terminó hasta 1908, cuando fue impreso en Barcelona.

²⁶ Aunque de formas curvas, ya en el primer —y único traducido al español— teatro de máquinas (Jacques BESSON: *Teatro de los instrumentos y figuras matemáticas y mecánicas*, Lyon, 1602) se presenta un molino de eje vertical.

²⁷ Véase al respecto, para el ya lejano Renacimiento, Manuel SILVA SUÁREZ: «El lenguaje gráfico: inflexión y pervivencias», en Manuel SILVA SUÁREZ (ed.), *Técnica e ingeniería en España*, vol. I: *El Renacimiento: de la técnica imperial y la popular*, Zaragoza, Real Academia de Ingeniería / Institución Fernando el Católico / Prensas Universitarias de Zaragoza, 2008, pp. 243-310.

lidad, pero no son planos acotados. En cualquier caso, rara vez se proporciona información suficiente para definir una máquina (por ejemplo, la lámina número 4 es solo un alzado). Aunque parece improbable, como se trata de dibujos seleccionados no sabemos si hubo otros complementarios para las definiciones que no se incorporaron al álbum.

Si el dibujo genuinamente técnico de la época abstraía los matices y aclaraciones visuales aportados por variables gráficas como el color o las sombras, en estos ejercicios sí están presentes²⁸. Aquí reside en parte una impronta algo «romántica» que se puede atribuir a esta colección: el color no es en estos ejercicios un mero código visual (hierro dulce-azul, hierro fundido-gris, bronce-amarillo, etc., como se muestra en la fig. 4.15), sino un medio de diferenciación implícita y de expresión estética. Incluso se emplea representación «realista», no simbólica y polícroma, de materiales como la madera.

En el álbum se usan con frecuencia convenios gráficos como las vistas interrumpidas. Por otro lado, las sombras no son resultado de luces, sino artificios que pretenden ayudar al lector a reconstruir la volumetría del ingenio representado. Obviamente, técnicas como el *sfumato* no tienen lugar en este ámbito. Además de la declaración de las escalas, el recurso a lenguajes no estrictamente gráficos es muy reducido, pues se limita a indicaciones generales como la potencia y la presión a la que trabaja una máquina de vapor, o las condiciones y la eficiencia de la instalación para riegos.

Claramente estos dibujos conservan tintes de una representación más acorde con el cambio previo de centuria²⁹, aunque también hay diferencias como una mayor contención, en algún caso (casi) ausencia, en el empleo de variables como colores y sombras. La técnica de dibujo utilizada es la del lavado de planos³⁰, fundamentada en la utilización conjunta del blanco del papel y la transparencia de las capas de color³¹. Ello permite crear el juego de luces y sombras mediante el empleo de colorantes y pigmentos de gran transparencia —tinta china, sepia, carmín o gutagamba— que, una vez ligados con goma arábiga y disueltos en mayor o menor cantidad de agua, dan lugar a tonos de distinto grado de saturación.

La intención formativa con estos ejercicios no era enseñar a producir planos de taller, sino ejercitar al alumnado en una serie de recursos gráficos en los que la inten-

²⁸ Por ejemplo, se ejercita el sombreado al tiralíneas, eventualmente sobre una capa uniforme de color (véase la transcripción sobre la «Clase de Proyectos»).

²⁹ Sobre el dibujo de máquinas en este período, véase Patricia ZULUETA: *Los ingenios y las máquinas: representación gráfica en el período ilustrado en España*, Valladolid, Universidad / Colegio Oficial de Arquitectos de Castilla y León Este – Demarcación de Valladolid, 2007.

³⁰ *Ibid.*, pp. 149-161.

³¹ En el propio álbum se aclara que «los alumnos para ser admitidos [a la clase de Proyectos] deben demostrar que poseen conocimientos de [...] lavado a tinta china de los cuatro órdenes de Arquitectura».

ción artística no se puede considerar ajena. Se puede decir que se trata de un «cuaderno académico», enmarcado en actividades más orientadas al análisis de las formas —«croquis» en el tajo, seguido de «puesta en limpio» en la oficina— y a la enseñanza de elementos de composición de máquinas que al proyecto propiamente dicho. Contrasta la relativa tecnicidad de lo representado frente a la propia técnica del dibujo.

La relativa «sorpresa» mencionada se debe a que, en esos tiempos, relegando la figuración, la representación de máquinas había alcanzado un importante grado de abstracción: la racionalización espacial y la codificación de aspectos formales iban imponiendo sus leyes³². La presencia explícita del criterio «buen efecto del Dibujo» (texto sobre la «Clase de Proyectos») nos habla de ambición estética, más allá de la meramente técnica. Por otro lado, «copiados del natural» es expresión que recuerda los ejercicios en las academias de Bellas Artes, costumbre bien arraigada en la formación técnica dieciochesca. En su escrito, Manjarrés desvela también el envío del «*Curso de dibujo industrial*, por D. Joaquín Mata, texto y atlas»³³. Ello termina de evidenciar una formación con dimensiones artísticas (que combinaba el «dibujo a pulso», el lavado y el «dibujo con instrumentos») en la Escuela barcelonesa. Se complementaba con los prerequisites para ingresar, en particular los «conocimientos de dibujo lineal [y] geometría descriptiva».

Guillermo Lusa Monforte, Universidad Politécnica de Cataluña
Manuel Silva Suárez, Universidad de Zaragoza

³² Véase, en este mismo volumen, el capítulo 4, Patricia ZULUETA PÉREZ: «El dibujo de máquinas: sistematización de un lenguaje gráfico».

³³ Joaquín MATA Y COMPTE: *Curso de dibujo industrial graduado y progresivo, o sean lecciones dadas en la clase de dibujo geométrico y de imitación de la Escuela Industrial Barcelonesa*, Barcelona, Impr. del Porvenir, 1860.

TRANSCRIPCIONES

PREPARACIÓN E INGRESO

Constituye la preparación para la carrera de Ingeniero Industrial el estudio de las materias siguientes.

1º Complemento del Álgebra y Geometría. 2º Trigonometrías rectilínea y esférica. 3º Geometría analítica de dos y tres dimensiones. 4º Cálculos diferencial e integral de diferencias y variaciones. 5º Mecánica racional. 6º Geometría descriptiva. 7º Física experimental. 8º Química general. 9º Historia natural. 10º Francés y Dibujo hasta copiar los órdenes de arquitectura.

Para el ingreso en la Escuela no se fija edad determinada y sólo se exige que acrediten mediante examen los conocimientos indicados; cuyo examen tiene lugar en la misma Escuela en setiembre de cada año.

Se abonan sin examen los estudios probados en la Facultad de Ciencias.

ESTUDIOS EN LA ESCUELA

Habiendo ya ingresado un joven en la Escuela empieza sus estudios de aplicación y puede dedicarse a la especialidad de Ingeniero mecánico o Ingeniero químico; pudiendo ponerse en disposición de optar a uno de estos títulos en el término de tres años.

INGENIEROS MECÁNICOS		INGENIEROS QUÍMICOS	
Años	Asignaturas	Años	Asignaturas
1º	Estereotomía y trabajos gráficos	1º	Estereotomía y trabajos gráficos
1º	Mecánica industrial	1º	Física industrial. 1º curso
1º	Física industrial. 1º curso (aplicaciones del calórico y combustibles)	1º	Análisis químico
1º	Dibujo y proyectos	1º	Dibujo y proyectos
		1º	Prácticas de laboratorio
2º	Construcciones industriales	2º	Mecánica industrial
2º	Física industrial. 2º curso (aplicaciones de la electricidad y de la luz)	2º	Física industrial. 2º curso
2º	Construcción de máquinas (1º curso)	2º	Química industrial inorgánica
2º	Proyectos	2º	Proyectos
2º	Prácticas de taller	2º	Prácticas de laboratorio
3º	Construcción de máquinas (2º curso): máquinas de vapor	3º	Construcciones industriales
3º	Tecnología, artes mecánicas e industrias varias	3º	Química industrial orgánica
3º	Nociones de economía política y legislación industrial	3º	Tintorería y artes cerámicas
3º	Proyectos	3º	Economía y legislación industrial
3º	Prácticas de taller	3º	Proyectos

La Escuela tiene además establecido un curso preparatorio de dibujo especial para la carrera.

Aunque no es absolutamente indispensable seguir este orden, pues las disposiciones vigentes dejan al alumno en libertad de estudiar como mejor le parezca, se aconseja este plan como modelo de la mejor manera de seguir una u otra de estas especialidades. Sólo se exige por las

mismas disposiciones que los cursos marcados como 1º y 2º deben seguirse en orden correlativo: la Estereotomía debe preceder a las Construcciones industriales y a los cursos de Máquinas; el Análisis químico debe preceder a las Químicas aplicadas; y en estas, el estudio de la inorgánica debe preceder al de la orgánica. Entiéndase que con arreglo a la libertad de enseñanza, estas prescripciones sólo se aplican en cuanto al orden de aprobación de cursos, y por lo tanto cualquiera puede en calidad de alumno libre matricularse en las cátedras de la Escuela, si bien el examen no será válido para la carrera sino [sic] se ha hecho posteriormente al examen de ingreso y en el orden que acaba de marcarse para las asignaturas de la misma.

(Sigue la relación del personal de la Escuela)

CLASE DE PROYECTOS

Todos los alumnos que siguen la carrera de ingenieros industriales están obligados a ejecutar en dicha clase los proyectos que se le señalan para cada una de las especialidades, los profesores respectivos.

Los alumnos para ser admitidos deben demostrar que poseen conocimientos de dibujo lineal, geometría descriptiva y lavado a tinta china de los cuatro órdenes de Arquitectura.

En el primer año se ejercitan en el delineado de curvas especiales con sus aplicaciones al trazado de ruedas dentadas, tornillos, excéntricos [sic], balancines & estudio de órganos de máquinas y detalles de la construcción.

Los modelos y aparatos existentes en el Museo de la Escuela, y peculiares de las clases de aplicación son copiados por dichos alumnos, tomando primero el croquis, y poniéndolos en limpio en la Clase de Proyectos.

Pasado el primer año, los alumnos copian también aparatos en mayor escala, máquinas completas, sistemas de fabricación y edificios industriales en sus visitas a los establecimientos en compañía de los Sres. Profesores.

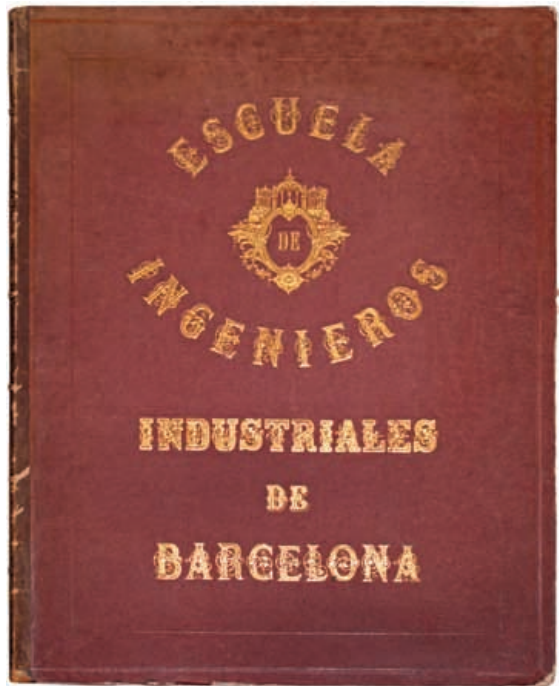
La parte material comprende:

- 1º Delineado con precisión de aparatos en pequeña escala y con minuciosos detalles.
- 2º Lavado á la tinta china por medio del desvanecido.
- 3º Lavado á la tinta china por medio de capas.
- 4º Sombreado al tiralíneas y á la pluma.
- 5º Aplicaciones de los colores convencionales sobre los lavados con una capa uniforme de color.
- 6º Aplicación del sombreado al tiralíneas sobre una capa uniforme de color.
- 7º Lavado con aguadas cortadas de diferentes colores.
- 8º Rapado con líneas de color.
- 9º Representación de maderas, terrenos, agua y materiales de construcción.
- 10º Dibujos sobre cartones ó madera á estilo de taller.

Sin embargo, no se sigue en esto un orden riguroso eligiendo en cada caso el sistema que el Profesor juzga más adaptable al buen efecto del Dibujo y al adelanto del alumno.

En estas copias de motores adoptadas como á tipos por las principales casas constructoras de Cataluña hemos procurado que tengan cabida las citadas maneras de representar lo que es objeto del estudio del Ingeniero industrial, ejecutado por mano de alumnos que asisten á distintos cursos y que están por consiguiente á distinto grado de conocimientos y de práctica en el Dibujo de Proyectos.

A.2. Portada del álbum. Con signatura 378.6 «18» ESC, comprende doce dibujos que representan máquinas y una que describe un proyecto de riego. Va precedido por dos dobles páginas con sendos textos sobre la Preparación e ingreso en la Escuela, y la Clase de proyectos (ambos se transcriben en las páginas previas). Los dibujos representan «los tipos de motores adoptados por las principales casas constructoras de Cataluña, copiados del natural por los alumnos de la clase de proyectos». Las dimensiones exteriores son 47,5 x 61,0 cm (las interiores, 45,3 x 60,2). Fons Antic de la Biblioteca de l'ETSE Industrials de Barcelona (fotografías: MSS).



PREPARACION E INGRESO

Constituye la preparación para la carrera de Ingeniero Industrial el estudio de las materias siguientes:

Complemento de Algebra y Geometría. Física y mecánicas racionales y físicas. Geometría analítica y dos libros de mecánica. Algebras diferencial e integral. Matemáticas trascendentes. Mecánica racional. Geometría descriptiva. Física experimental. Química general. Historia natural. Astronomía y dibujo. Historia natural. Filosofía y lógica. Filosofía y lógica.

ESTUDIOS EN LA ESCUELA

El alumno que ingresando en la Escuela empieza sus estudios de aplicación y puede dedicarse a la especialidad de Ingeniero Mecánico o de Ingeniero Químico, o a la especialidad de Ingeniero Industrial.

INGENIERO MECANICO	INGENIERO QUIMICO
1. Mecánica y dibujo general. 2. Mecánica racional. 3. Mecánica física. 4. Geometría descriptiva. 5. Física experimental. 6. Historia natural. 7. Astronomía y dibujo. 8. Filosofía y lógica. 9. Matemáticas trascendentes. 10. Geometría analítica. 11. Algebras diferencial e integral. 12. Complemento de Algebra y Geometría.	1. Química general. 2. Física experimental. 3. Geometría descriptiva. 4. Historia natural. 5. Astronomía y dibujo. 6. Filosofía y lógica. 7. Matemáticas trascendentes. 8. Geometría analítica. 9. Algebras diferencial e integral. 10. Complemento de Algebra y Geometría.

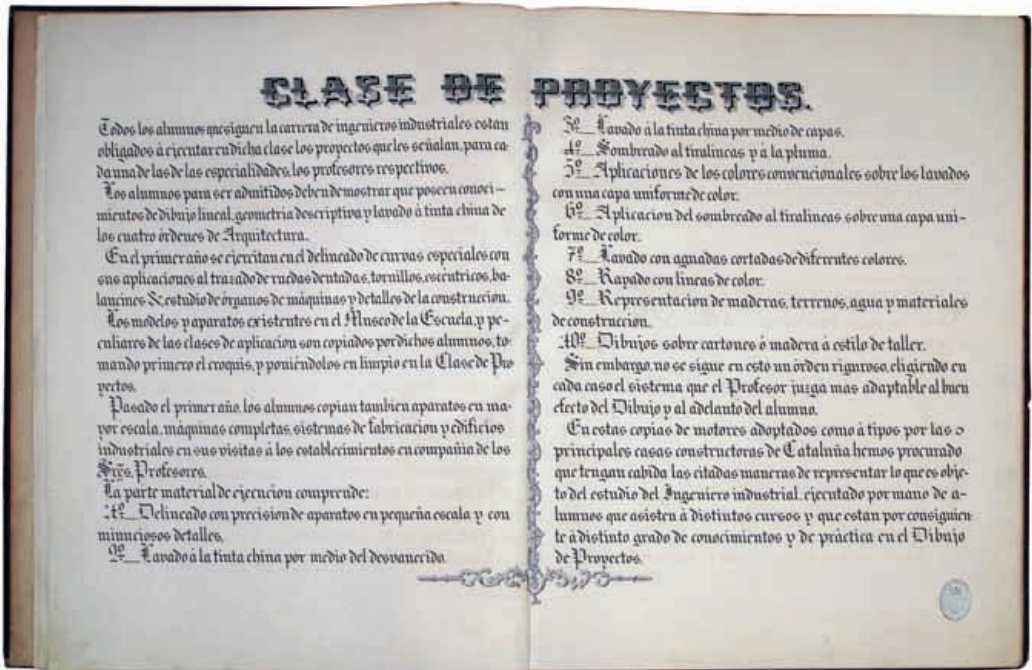
PERSONAL DE LA ESCUELA DE INGENIEROS

Director: D. RAMON DE MANJARRÉS.
 Secretario: D. JOSÉ M^o RODRIGUEZ CARBALLO.

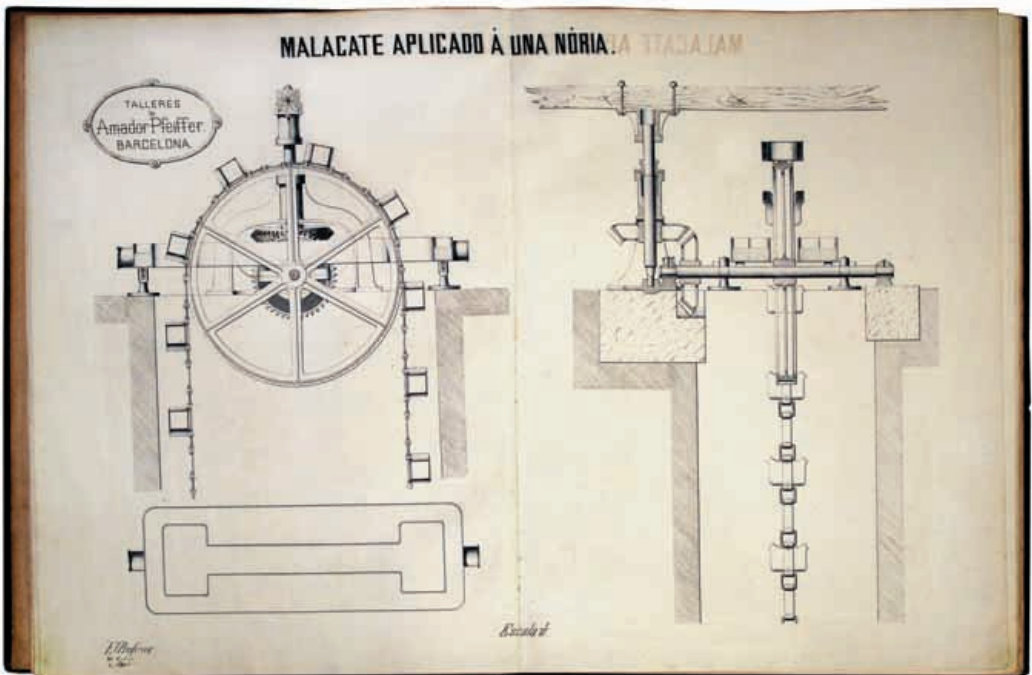
CATEDRATICOS:

D. José María Castelló D. Ramón de Manjarrés D. José Rodríguez Carballo D. Juan de Sarrategui D. Juan de Sarrategui D. Juan de Sarrategui D. Juan de Sarrategui D. Juan de Sarrategui D. Juan de Sarrategui D. Juan de Sarrategui	D. Juan de Sarrategui D. Juan de Sarrategui D. Juan de Sarrategui D. Juan de Sarrategui D. Juan de Sarrategui D. Juan de Sarrategui D. Juan de Sarrategui D. Juan de Sarrategui D. Juan de Sarrategui D. Juan de Sarrategui	D. Juan de Sarrategui D. Juan de Sarrategui D. Juan de Sarrategui D. Juan de Sarrategui D. Juan de Sarrategui D. Juan de Sarrategui D. Juan de Sarrategui D. Juan de Sarrategui D. Juan de Sarrategui D. Juan de Sarrategui
--	--	--

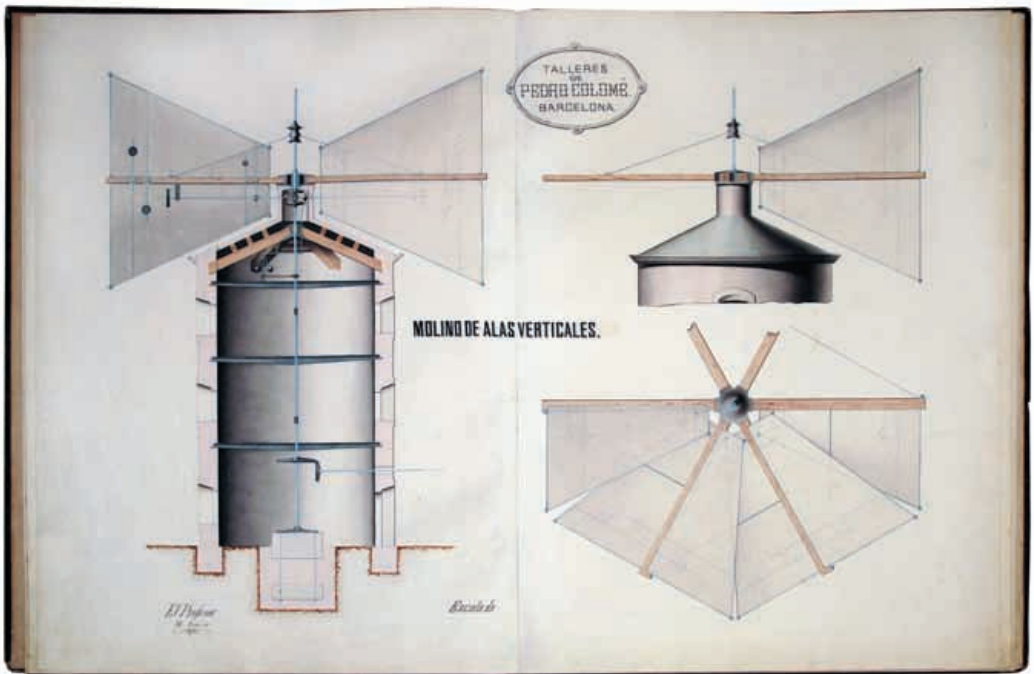
A.3. Preparación e ingreso



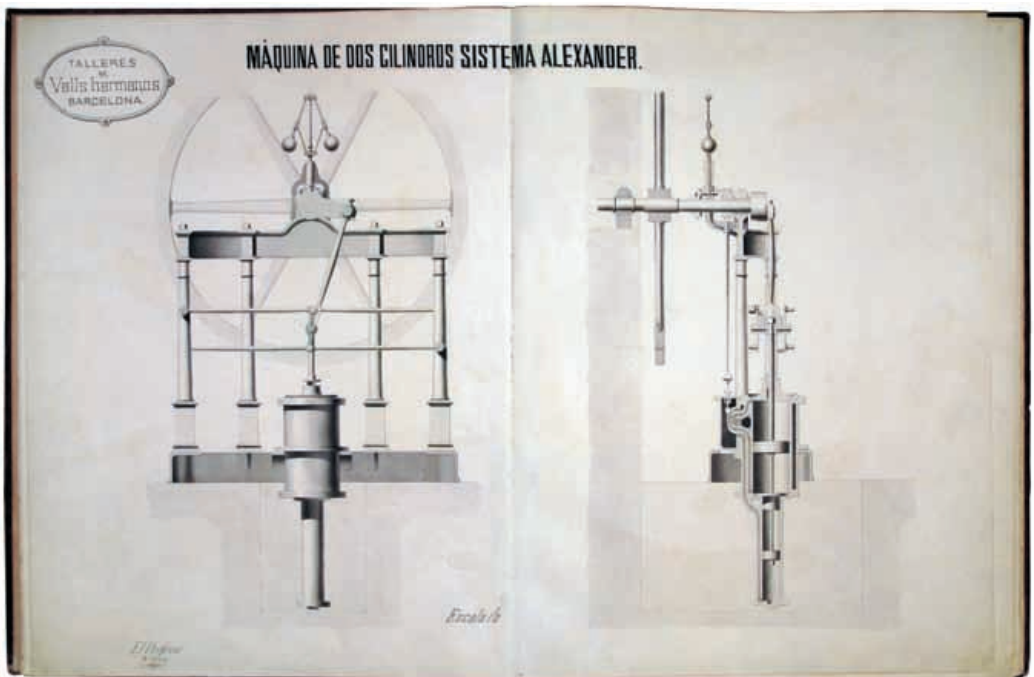
A.4. Clase de proyectos



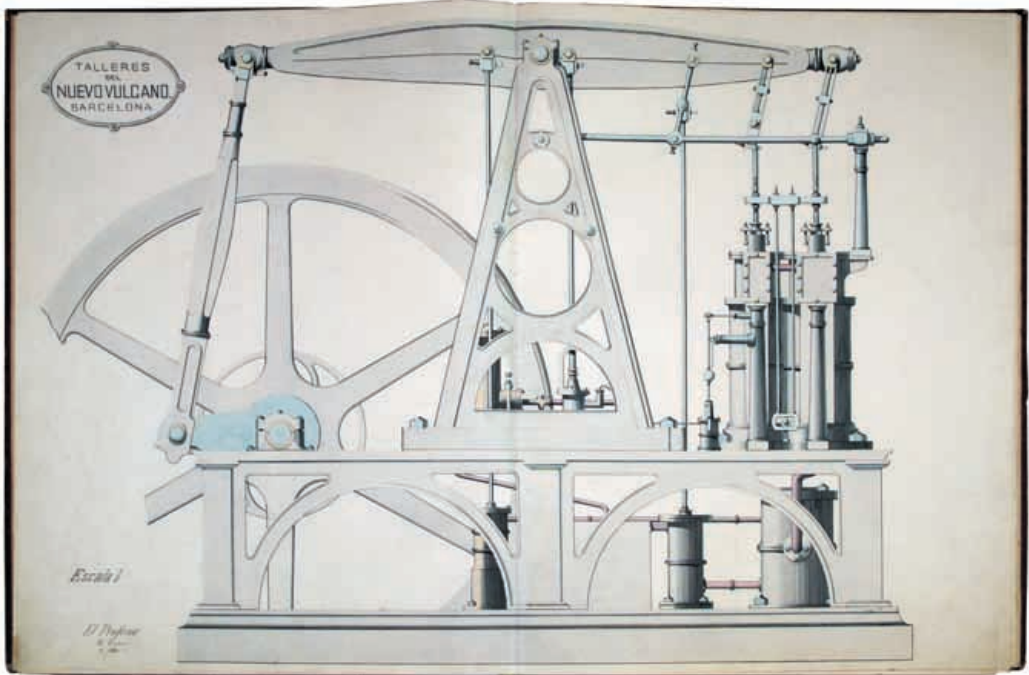
A.5. Lámina 1



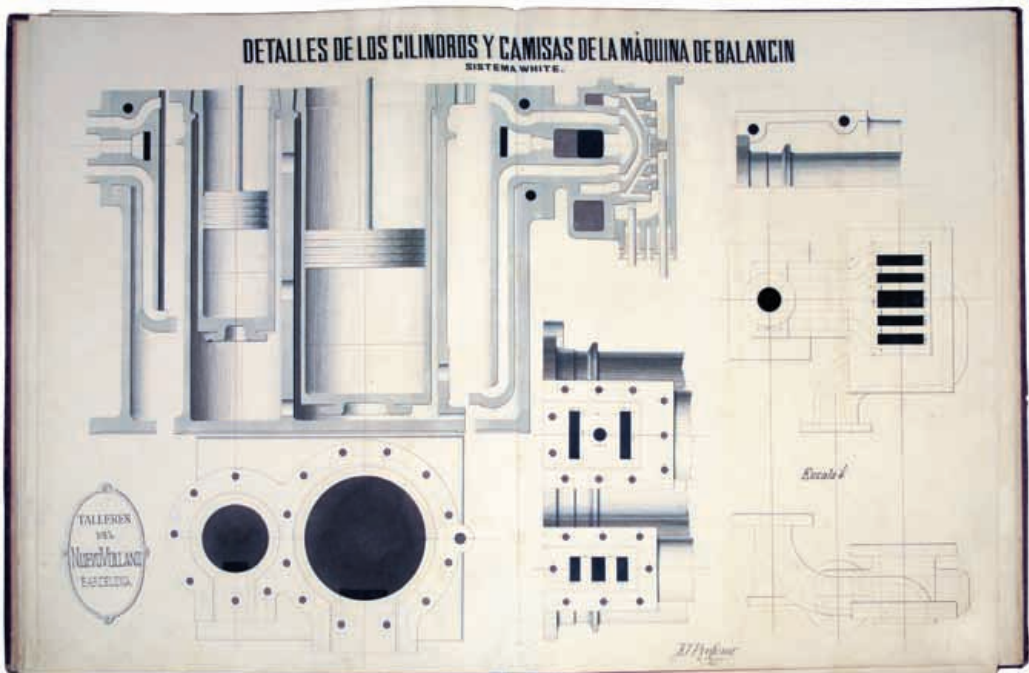
A.6. Lámina 2



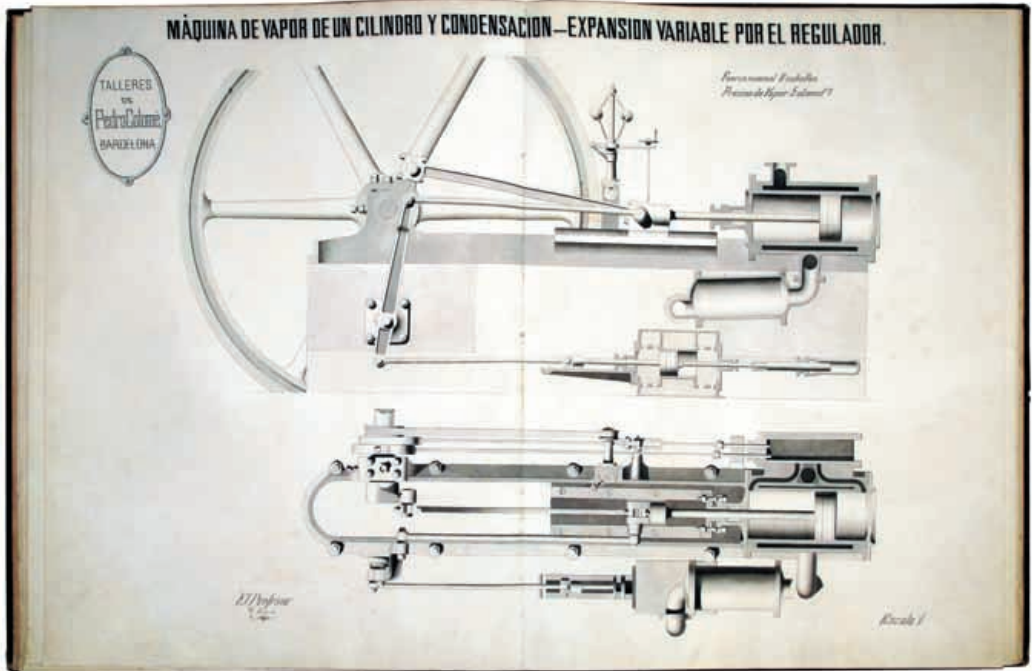
A.7. Lámina 3



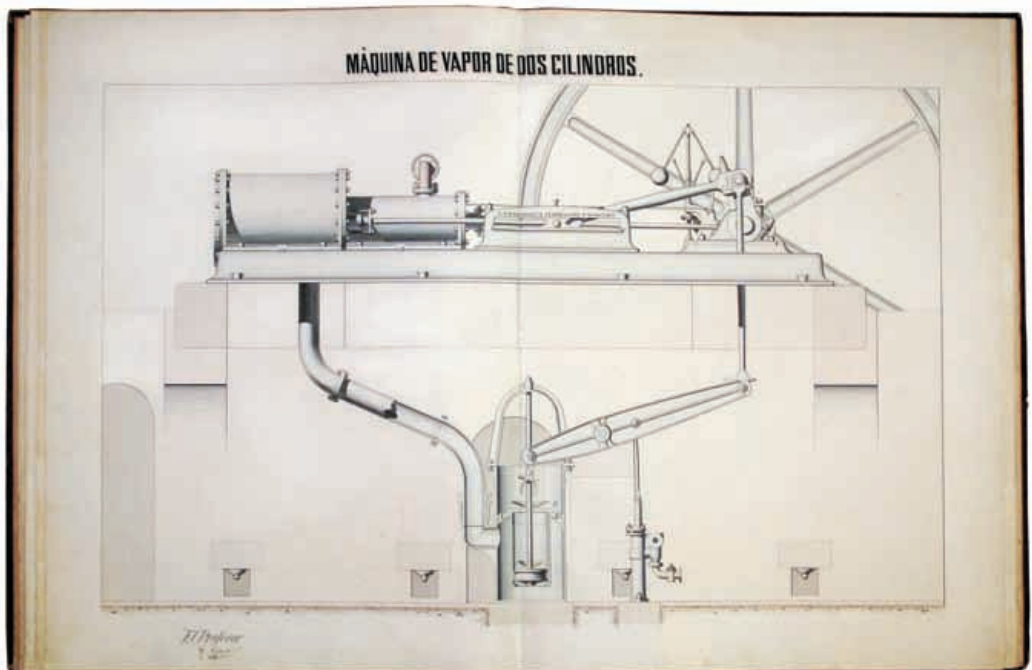
A.8. Lámina 4



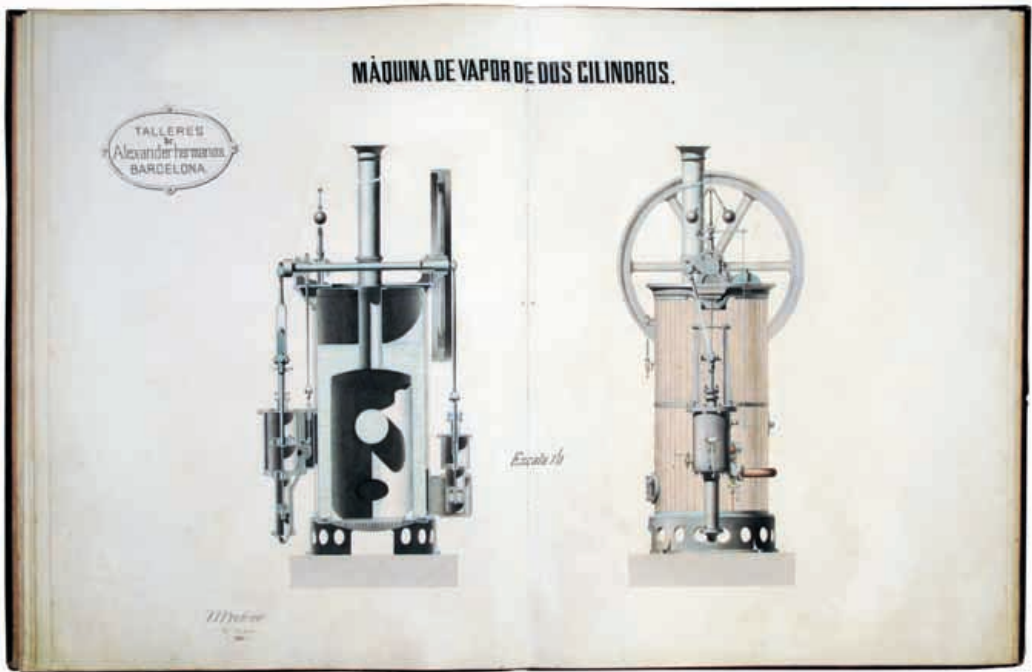
A.9. Lámina 5



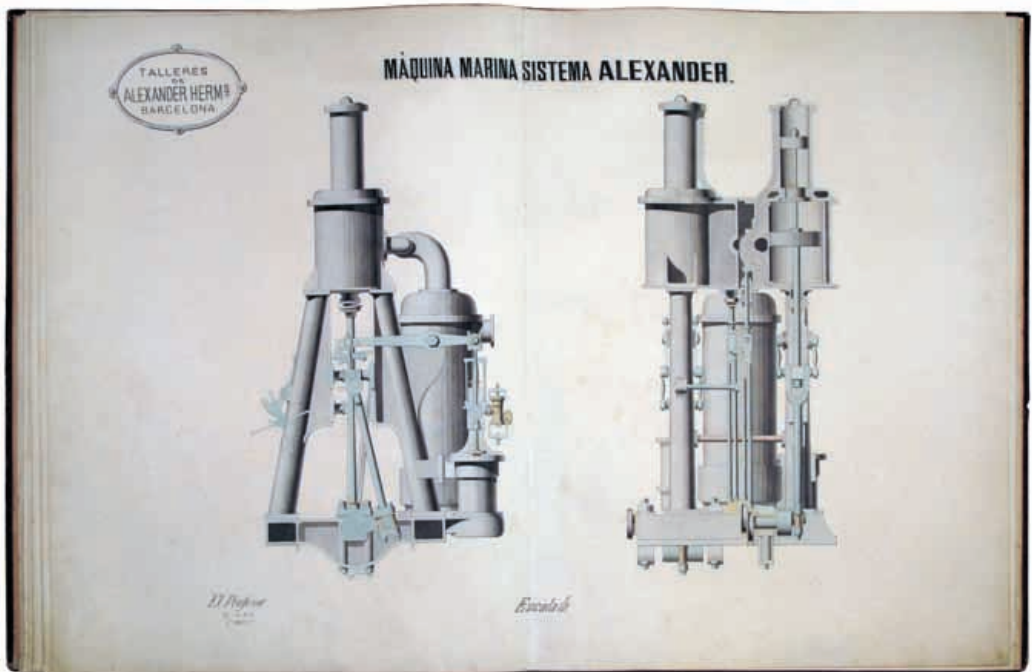
A.10. Lámina 6



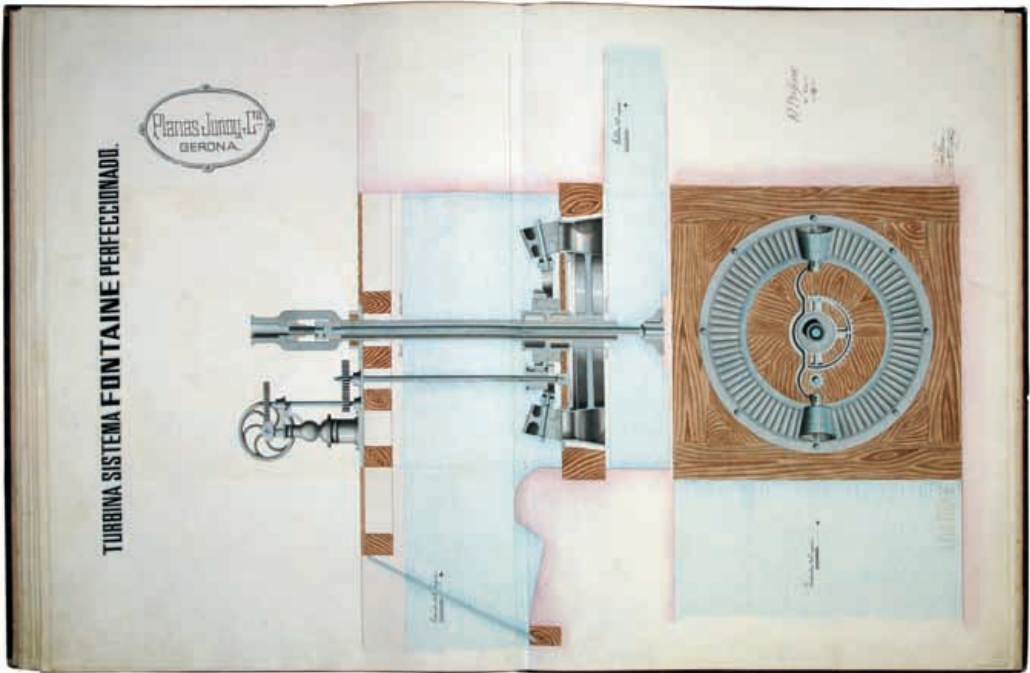
A.11. Lámina 7



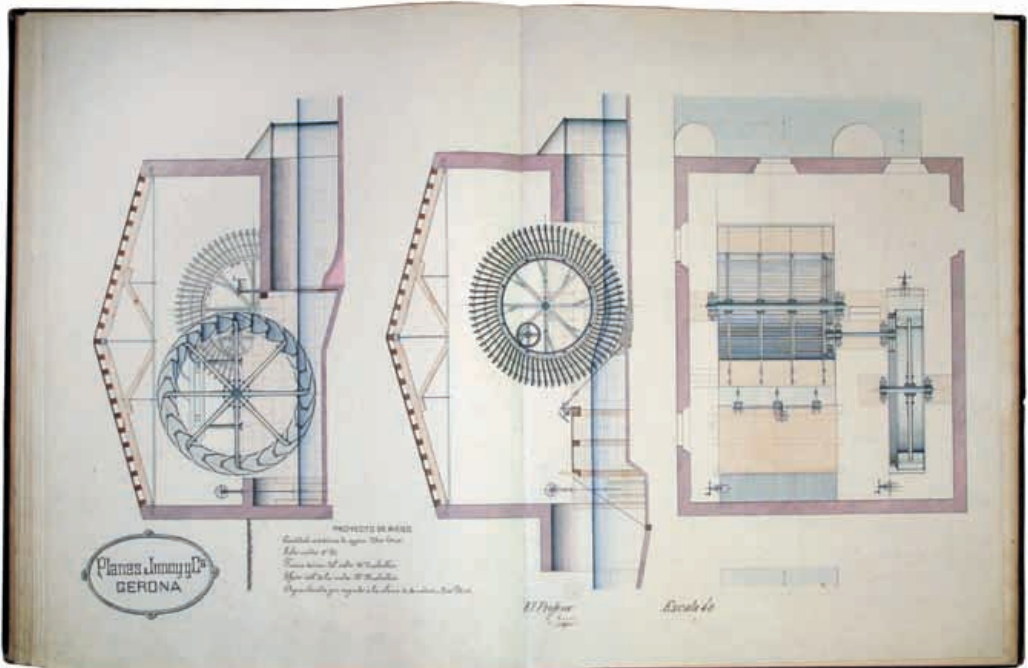
A.12. Lámina 8



A.13. Lámina 9



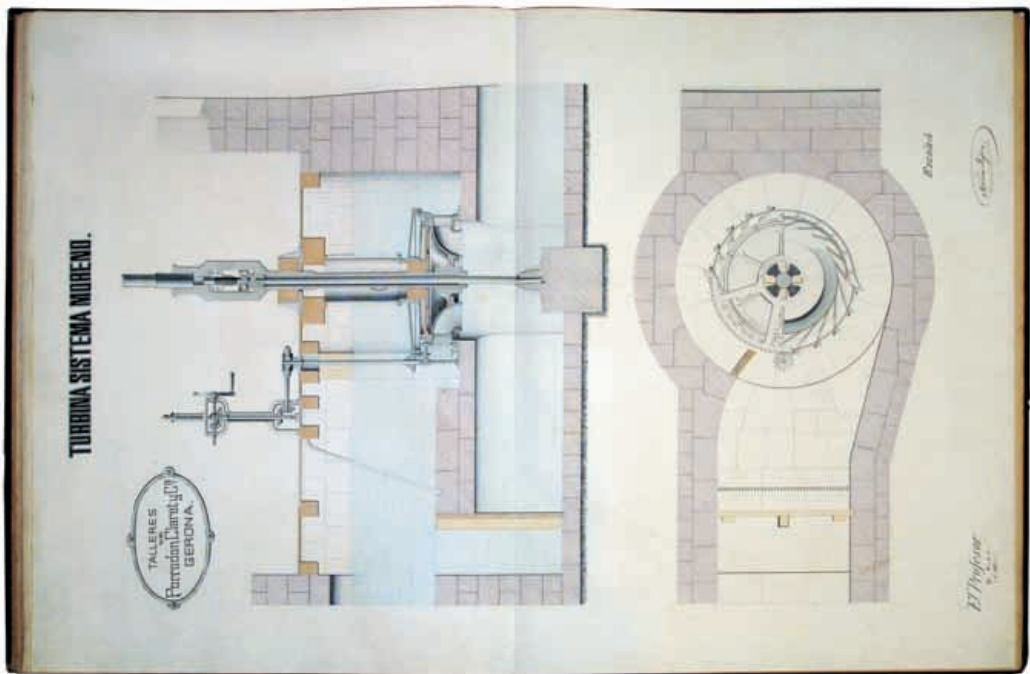
A.14. Lámina 10



A.15. Lámina 11



A.16. Lámina 12



A.17. Lámina 13