

ORGANIZADA POR:

- CENTRO DE ESTUDIOS HISTÓRICOS DE OBRAS PÚBLICAS Y URBANISMO DEL CEDEX (MOPTMA), EN COLABORACIÓN CON
- ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID,
- COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS,
- UNIVERSIDAD ESTATAL DE VÍAS DE COMUNICACIÓN DE SAN PETERSBURGO.

EXPOSICIÓN BETANCOURT. LOS INICIOS DE LA INGENIERÍA MODERNA EN EUROPA

Dolores Romero Muñoz.

Licenciada en Historia Moderna y Contemporánea.
Investigadora del CEHOPU

Amaya Sáenz Sanz.

Licenciada en Historia del Arte.
Investigadora del CEHOPU.

RESUMEN

El pabellón Villanueva del Real Jardín Botánico de Madrid ha sido el escenario para la presentación, entre los pasados días 26 de marzo y 5 de mayo, de la exposición "Betancourt. Los inicios de la ingeniería moderna en Europa". La exposición, para la que se ha contado con la labor del ingeniero y reconocido investigador de las obras públicas Ignacio González Tascón como comisario, ha reunido, gracias al apoyo brindado por muy diversos archivos, bibliotecas y museos, nacionales y extranjeros, una ingente cantidad de documentos, planos, maquetas, objetos.. del legado directo del ingeniero, y múltiples testimonios de época ilustrativos de sus variopintos intereses y actividades. Tras su clausura en Madrid el 5 de mayo, la muestra comenzará su andadura por diversas ciudades españolas.

ABSTRACT

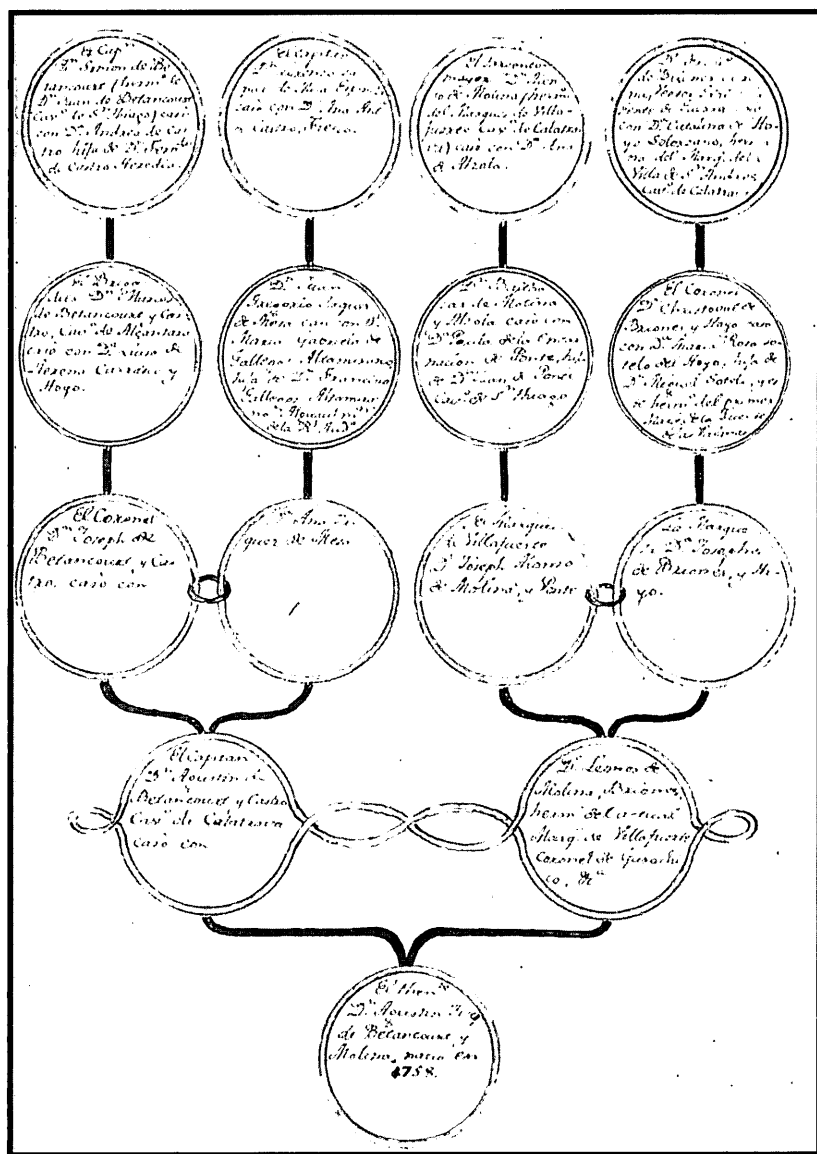
The exhibition "Betancourt. The birth of modern engineering in Europe" was held in the Villanueva Pavilion of the Botanic Garden of Madrid from March 26 to May 5, organised by all the civil engineering colleges of Madrid and that of St.Petersburg. The Commissioner, Ignacio González Tascón, had collected from a number of archives, libraries and museum a wealth of documents, models and objects from the legacy of Betancourt as well as contemporary records of this interests and activities. The exhibition in now due to travel to other Spanish cities.

Se admiten comentarios a este artículo, que deberán ser remitidos a la Redacción de la ROP antes del 30 de agosto de 1996.

Recibido en ROP:
mayo de 1996

Presentar al público la figura y la obra de Agustín de Betancourt y Molina (1758-1824), personaje poco conocido fuera del ámbito profesional de los ingenieros de caminos y del círculo de los investigadores de la ciencia y de la tecnología españolas, más allá de un deber de reconocimiento hacia quien podría ser considerado el padre de la moderna ingeniería civil en nuestro país, ha supuesto, a efectos de la organización de la exposición, un reto a la hora de tratar de reflejar conjuntamente la apasionante y apretada biografía del ingeniero, y la especificidad de los muy diversos campos en que, hombre polifacético y sabio universal, proyectó su interés y desarrolló su actividad, en contacto con destacadas personalidades de la política, la ciencia y la técnica europeas,

Árbol genealógico de Agustín de Betancourt, dibujado por él mismo, 1778. (Archivo Histórico Provincial de Tenerife).

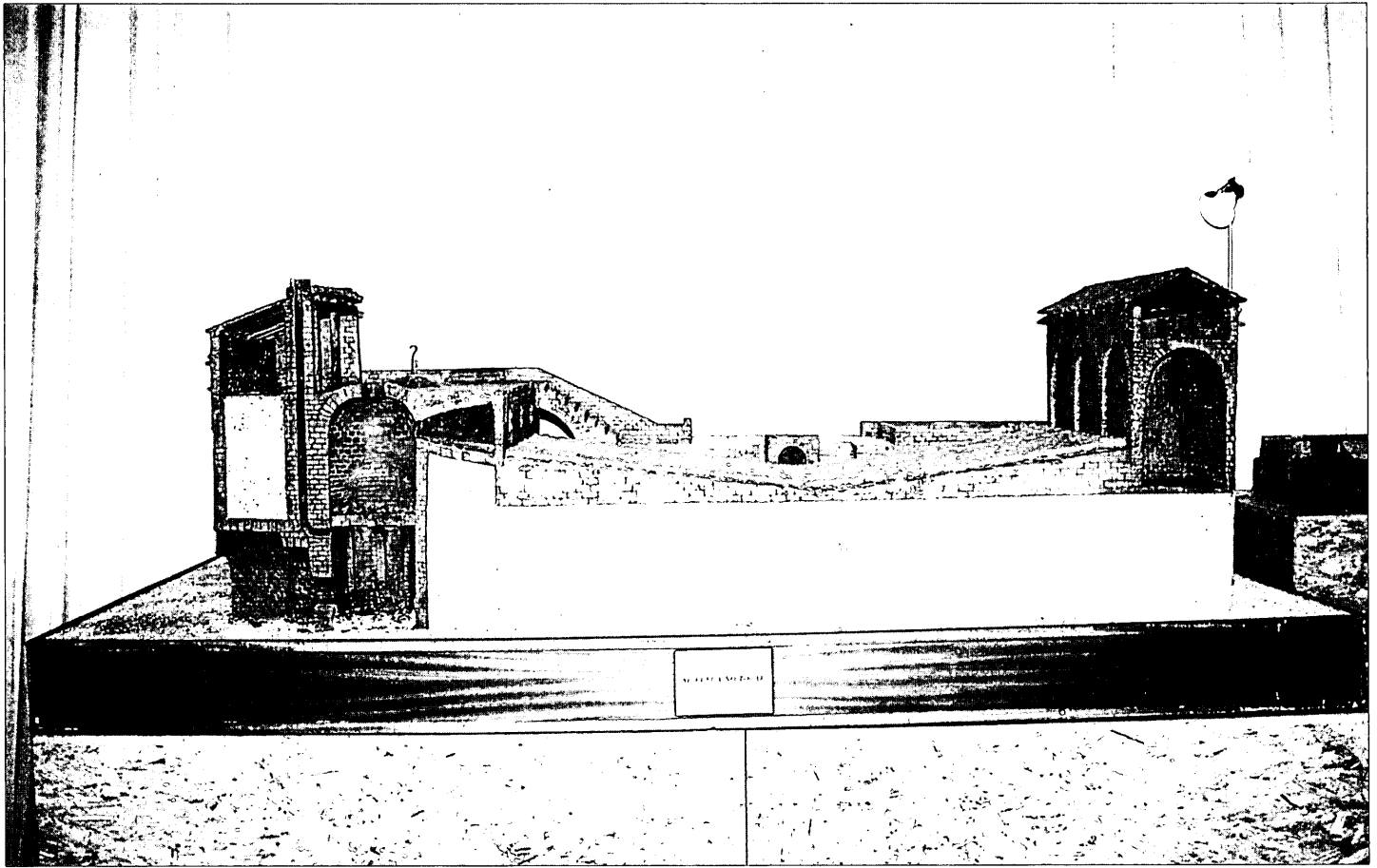


a lo largo del agitado tránsito entre los siglos XVIII y XIX, en el paso de los ideales de la Ilustración a la emergente civilización industrial. Sobre estas bases, en la exposición *Betancourt. Los inicios de la ingeniería moderna en Europa* se ha optado por un planteamiento mixto, cronológico y temático, que si en el primer de los casos permite presentar al personaje de Agustín de Betancourt como hilo conductor en el telón de fondo de los acontecimientos históricos, en el segundo posibilita el acercamiento puntual a sus múltiples intereses y actividades, imbricando su labor en el contexto de la época en que vive.

La muestra está estructurada en tres áreas, respectivamente tituladas Ingeniería Civil en la España Ilustrada (I), El Real Gabinete de Máquinas (II) y Un hombre de acción en Rusia (III). En la primera se contemplan los trabajos de Betancourt hasta el año de 1808 al servicio de la Corona española, lo que en su caso no es decir en España, pues se trata de un período en el que lo encontramos alternativamente, ya residente o de paso, en Inglaterra y Francia además de en su país de origen. El Área III retoma la actividad de Betancourt en la Rusia del zar Alejandro I, a partir de 1808 y hasta su fallecimiento en San Petersburgo en 1824; un período en el que brilla como organizador y gestor en el campo de las obras públicas del Imperio, e incansable *hombre de acción*. El Área intermedia se consagra con carácter monográfico al Real Gabinete de Máquinas, primer museo de la tecnología abierto al público en Madrid en 1792, e incorporado como laboratorio de prácticas de los alumnos de los Estudios de la Inspección General de Caminos y Canales desde 1802 hasta que, víctima de los trágicos acontecimientos en la España de 1808, en pocos años vio perderse y dispersarse sus colecciones, cayendo en el olvido. La gran empresa técnica de Betancourt como promotor, organizador y director del establecimiento se corresponde desde el punto de vista cronológico con la etapa contemplada en el Área I, y hasta cierto punto puede verse en ella el reflejo de los intereses e inquietudes -científicas, técnicas, pedagógicas, ingenieriles.-, y de los trabajos de Betancourt durante la misma.

INGENIERÍA CIVIL EN LA ESPAÑA ILUSTRADA

De Betancourt, nacido el 1 de febrero de 1758 en el Puerto de la Cruz de Tenerife, se conserva



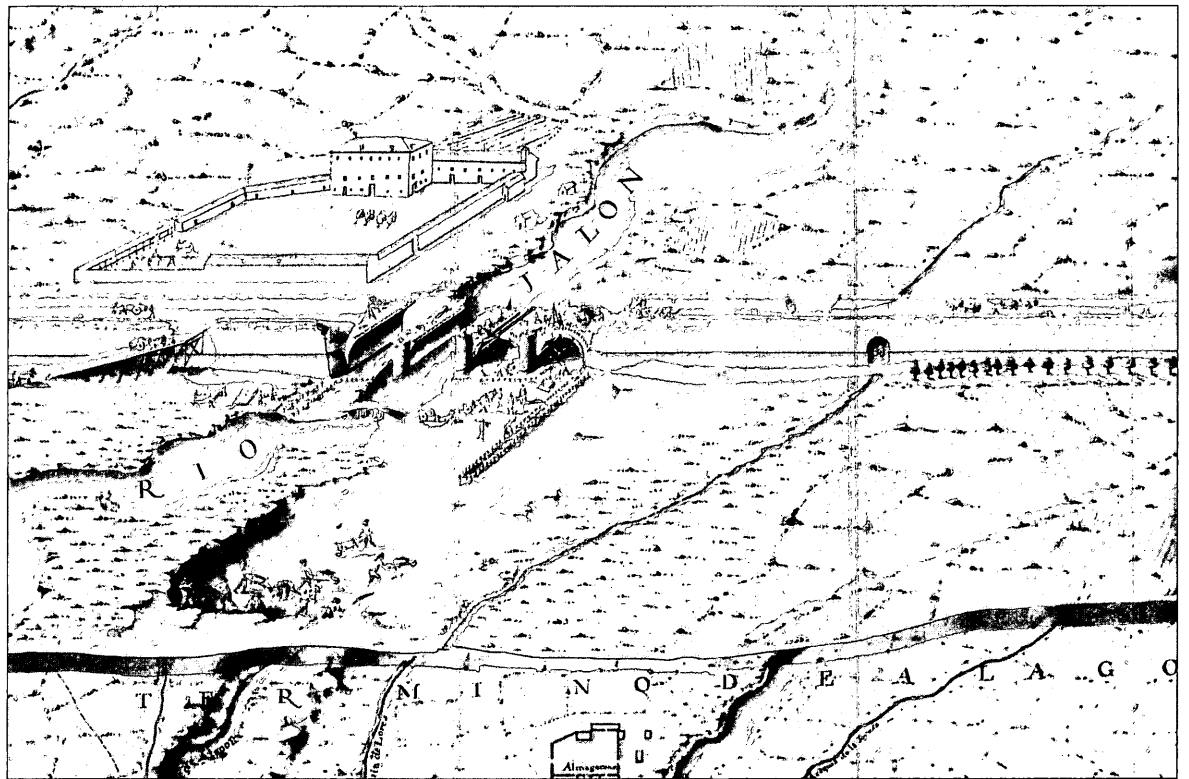
**Maqueta
de un horno de
aludeles.
(CEHOPU).**

un vivo recuerdo en las islas Canarias, donde todavía hoy viven miembros de su familia, que guardan, entre otras cosas, una rica correspondencia que presenta la cara humana del personaje, atento siempre, incluso desde el lejano imperio ruso, al bienestar y los progresos de los suyos, como queda reflejado en el artículo *El entorno familiar de Agustín de Betancourt*, escrito por el investigador canario Manuel Rodríguez Mesa para el catálogo de la exposición. Asimismo en las islas, diversos archivos e instituciones (el Archivo Histórico Provincial de Tenerife, el Instituto de Estudios Canarios y la Real Sociedad Económica de Amigos del País de La Laguna,...) conservan los testimonios y primeros trabajos de este joven curioso, que desarrolló sus innatas aptitudes para las ciencias experimentales y las artes mecánicas en un ambiente familiar propicio -la madre que le enseña a hablar francés, un padre en contacto con los focos de recepción de las nuevas ideas ilustradas dentro de la isla-, revelándose precozmente como sujeto hábil e instruido, en condiciones de proseguir su formación en la Corte. Un árbol genealógico y el escudo familiar dibujados por él mismo, o el dise-

ño de una máquina textil para el hilado de la seda realizada en colaboración con su hermana y presentada por ambos ante la Real Sociedad Económica de La Laguna, ilustran en la muestra tanto su afecto a lo familiar como los intereses que, desde los veinte años, encaminarán sus pasos lejos de este reducto original.

Los años de formación en Madrid (1778-1783), orientan a Betancourt en una doble dirección, hacia la ciencia y el arte, que le acompañará de por vida. En los Reales Estudios de San Isidro inicia su preparación científico técnica con la asistencia a clases de cálculo, álgebra, geometría, análisis matemático... y probablemente de física. En las salas de la Academia de San Fernando, con maestros como Maella, desarrolla su extraordinaria habilidad para el dibujo y ese innegable sentido artístico que está posteriormente presente en cuantos dibujos y planos acompañan a las memorias y proyectos reunidos en la exposición y en el catálogo. Un título de académico de San Fernando, acaso similar al que Betancourt recibiera con su nombramiento como miembro honorario de la institución en 1784, y material diverso de los Reales Estudios,

**Obras del
acueducto sobre el
Jalón en el Canal
Imperial de Aragón.
G. Sevilla, L.
Chimioni, y
F. Martínez. 1779.
(Archivo del
MOPTMA).**

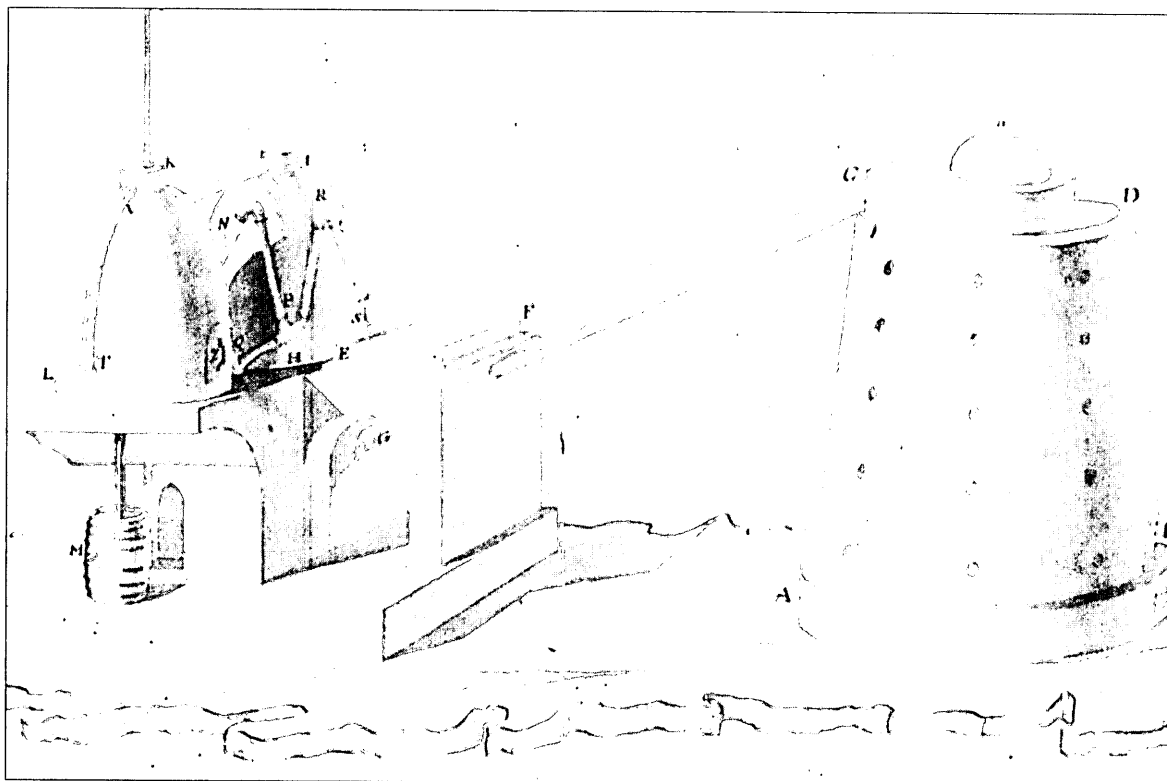


se ofrece en representación de estos años de su vida en los que no abundan las referencias y testimonios directos.

No ocurre así con el primer encargo que el brillante joven realiza en 1783 para la Corte a instancias del secretario de Estado, conde de Florida-Blanca: el reconocimiento y descripción de las Reales Minas de Almadén. Tres memorias manuscritas, hoy depositadas en la Biblioteca Nacional de Madrid, e ilustradas con indudable maestría por el propio Betancourt, son el resultado de su visita de inspección a un establecimiento de suma importancia estratégica para la Corona a lo largo de toda la Edad Moderna, como fuente que era del mercurio empleado en la amalgamación del oro y la plata americanas. A la importancia histórica de las minas y a este primer informe científico de Betancourt se consagra el trabajo de Ignacio González Tascón *Betancourt y las minas de mercurio de Almadén*, recogido en el catálogo de la muestra. Una minuciosa maqueta de un horno de aludeles como los empleados en Ciudad Real para la obtención del mercurio, y que Betancourt describe y dibuja en su Tercera Memoria, y un ejemplar de aludel cedido por la Fundación Juanelo Turriano, enmarcan este su primer trabajo técnico, donde da sobradas pruebas de su talento e inventiva, enriqueciendo la descripción so-

licitada con puntos de vista propios, y propuestas originales relativas a los métodos empleados en el achique minero, y en la extracción y procesamiento del mineral.

El mismo mes de noviembre de 1783 en que firma su tercera memoria sobre las minas, Betancourt protagoniza en Madrid, en la casa de campo del infante don Gabriel, una novedosa experiencia que confirma ante la Corte su ingenio y sus habilidades: la elevación de un primer globo aerostático en nuestro país, tan sólo unos meses después de las hazañas de los Montgolfier. Tal acontecimiento había sido tradicionalmente atribuido al también canario y conocido del joven, José de Viera y Clavijo, si bien hoy no caben apenas dudas sobre la prioridad de Betancourt; un tema al que dedica en el catálogo de la muestra su artículo *El primer globo español* Luis Utrilla Navarro. Distintas imágenes de época de grabadores y pintores, españoles y extranjeros, testimonian en ésta la fascinación que el nuevo campo de experimentación despertó entonces en toda la Europa ilustrada. Un óleo de Antonio Carnicero (1783) conservado en el Museo del Prado, en el que se ha querido ver reflejado el histórico acontecimiento de Betancourt, ha servido de base para la elaboración de los dos modelos de globos que también acompañan a la exposición.



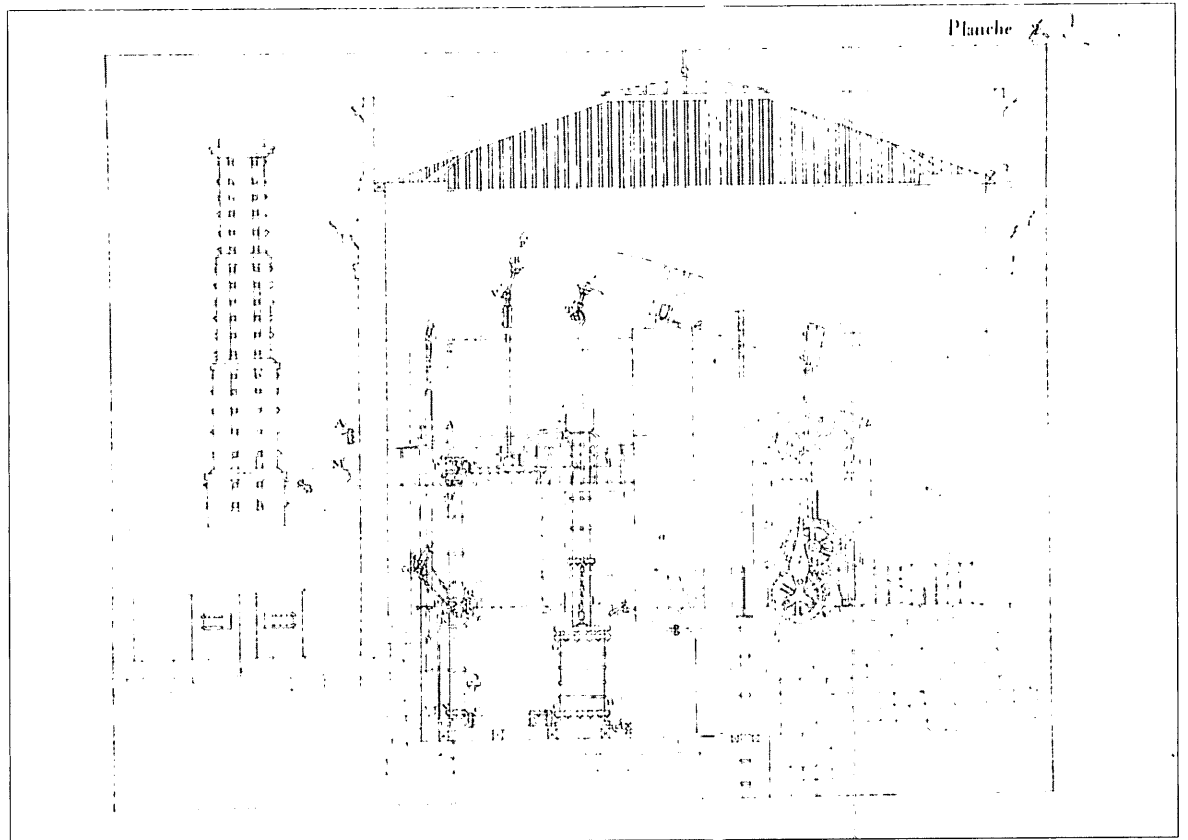
Horno para fabricar el coque utilizado en el Jardín des Plantes de París, dibujo de Agustín de Betancourt. «Memoria sobre la purificación del carbón de piedra y modo de aprovechar las materias que contiene». (París, 1785. Colección particular).

El reconocimiento por parte de la Corte del talento de Betancourt se tradujo en el año 1784 en la pensión recibida para proseguir sus estudios en París, en el campo de "la geometría y arquitectura subterránea" -la minería-, en el que ya había demostrado su aptitud a raíz del informe de Almadén. De camino hacia Francia, un nuevo encargo de Floridablanca, consistente en la evaluación de las obras entonces en curso en el Canal Imperial de Aragón, supone el primer contacto del joven, entonces de 26 años, con la ingeniería civil en su rama hidráulica, el objeto de la nueva pensión que perciba en París desde 1786. El resultado de la visita que Betancourt, acompañado por su paisano el marqués de Villanueva del Prado, realiza al Canal aragonés, es un informe cuyos contenidos conocemos a través de una copia manuscrita cedida para la muestra por la Confederación Hidrográfica del Ebro, y que en su versión original parece estuvo ilustrado con planos y figuras de Agustín de Betancourt. El texto, probablemente redactado por el marqués, revela el interés y admiración que esta gran obra de la ingeniería civil culminada en época ilustrada suscitó en los dos jóvenes canarios, que no escatiman elogios, ni sobre la labor del Director del establecimiento, Ramón de Pignatelli, ni sobre las obras del proyecto, como era el recién finalizado acueducto del Jalón, representado en la mues-

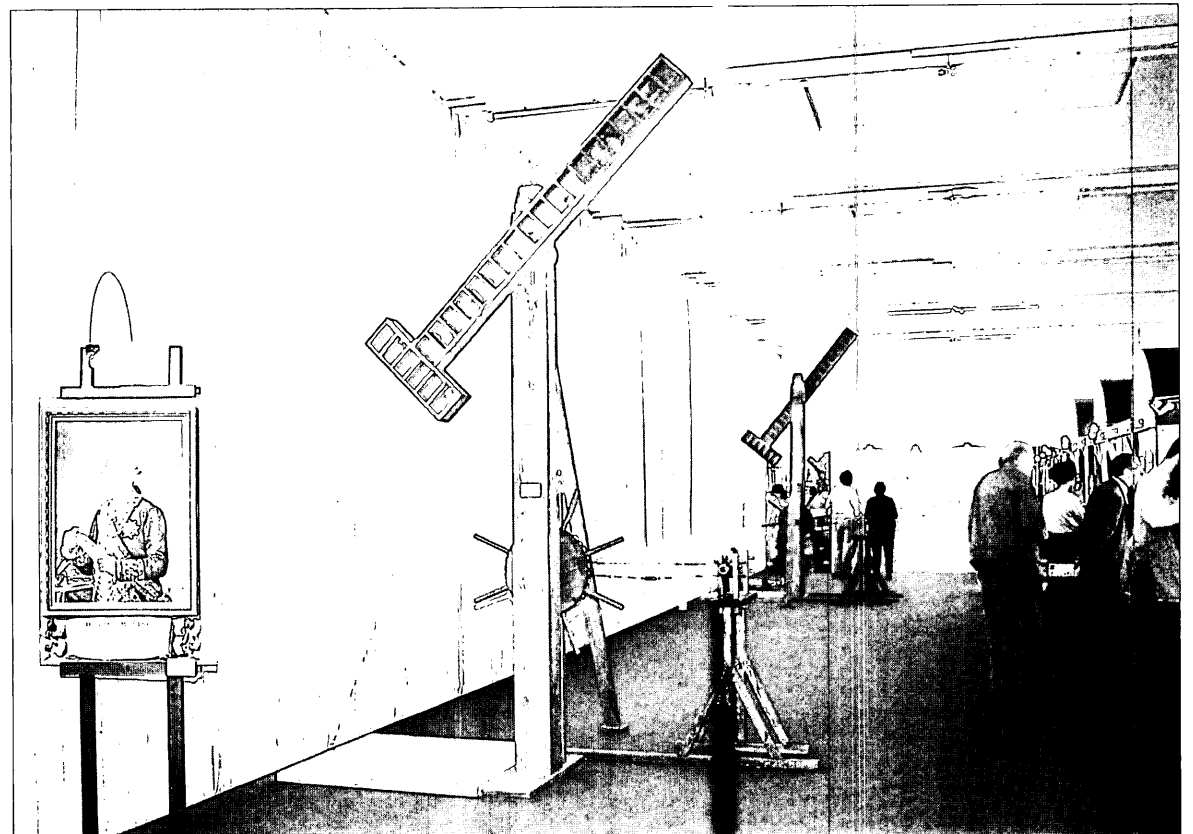
tra por una maqueta perteneciente al Museo del Ejército de Madrid. Algunos ejemplos de la abundante documentación de la época sobre el Canal -reproducciones de los planos de la obra del Archivo del MOPTMA, o la conocida *Descripción de los Canales Imperial de Aragón i Real de Tauste* del conde de Sástago (1796)- suplen en ésta el lugar de los planos perdidos de Betancourt.

Sí se conserva íntegra en cambio la memoria y los planos de uno de los primeros trabajos realizados por éste en la capital vecina: el informe que sobre los hornos utilizados en Francia para la destilación del carbón mineral escribió en noviembre de 1785 para el embajador en París, conde de Aranda. *La Memoria sobre la purificación del carbón de piedra, y modo de aprovechar las materias que contiene*, hoy de propiedad particular, fue remitida por el embajador a la Real Sociedad Económica de Amigos del País de Asturias y propició, no ya sólo el nombramiento de Betancourt como socio de mérito de la institución, sino un primer ensayo en la coquización de la hulla asturiana a partir del nuevo tipo de horno que, sobre la base de los descritos y como colofón de su trabajo, propuso éste en una nueva demostración de su inventiva. A la memoria y al horno en cuestión se dedica el artículo *El horno de Agustín de Betancourt: Ciencia, técnica y carbón en la Asturias del*

Máquina de vapor de doble efecto. «Mémoire sur un machine à vapeur à double effet». Agustin de Betancourt. Paris, [1789]. (Biblioteca École Nationale des Ponts et Chaussées de Paris).



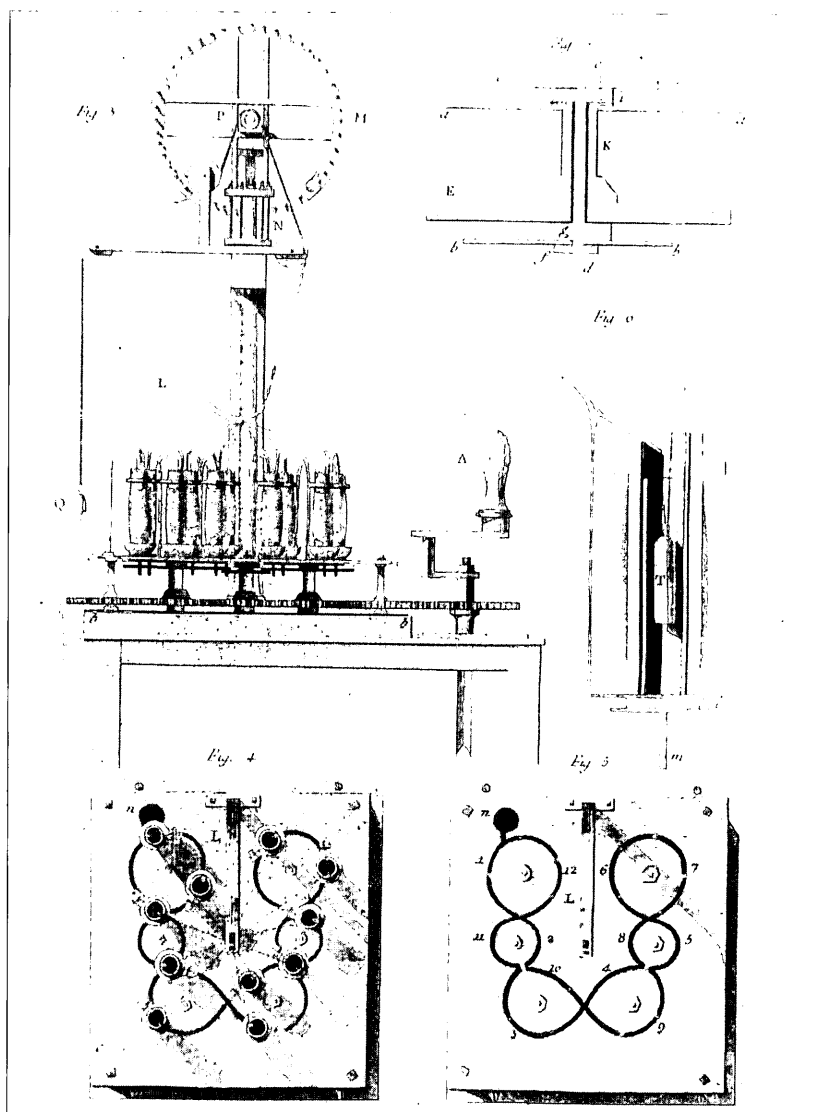
Modelo de telégrafo óptico, según el diseño de Agustín de Betancourt y Abraham Louis Breguet. (CEHOPU).



siglo XVIII, escrito por Francisco Crabifosse Cuesta para el catálogo de la exposición.

En el cambio de orientación de Betancourt hacia los estudios de hidráulica desde poco después de su llegada a la capital vecina (1786), debió de influir decisivamente la relación allí establecida con la École des Ponts et Chaussées, el centro de formación de ingenieros más prestigioso del momento -con figuras de la talla de Perronet o Prony, y donde hoy se conserva una importante documentación sobre nuestro personaje, que ha podido ser presentada en Madrid. Por estas fechas se data la propuesta del pensionado español a Floridablanca sobre la necesidad de crear en el país una escuela y cuerpo de ingenieros análogos a los existentes en Francia, y el hecho es que no debió de ser mal acogida pues, en los años subsiguientes, encontramos al joven talento como cabeza de un grupo de pensionados patrios para los estudios de hidráulica, ocupado en la recopilación por Francia y países circunvecinos de planos, maquetas o memorias relativas a la maquinaria y construcción de puentes, caminos y canales, y asimismo en la confección y diseño de modelos de los más importantes adelantos en estos campos. Las colecciones así iniciadas, que conformarán años más tarde el Real Gabinete de Máquinas al que se dedica el Área II de la exposición, se van enriqueciendo desde ahora con otro tipo de ingenios y adelantos en distintos ramos de las ciencias y de la técnica, sobre los que Betancourt va desplegando su interés.

Entre ellos, la máquina de vapor, llamada a revolucionar la industria, y que había experimentado notables avances desde los primeros ingenios de Savery o Newcomen, gracias principalmente a las innovaciones aplicadas por los ingleses Boulton y Watt. Un breve viaje a Inglaterra en pos de las últimas novedades de éstos -la máquina de vapor de doble efecto-, y el fugaz examen exterior del ingenio, parece bastaron a Agustín de Betancourt en 1788 para, a su vuelta a Francia, desentrañar su funcionamiento y más adelante poner en marcha la primera máquina de vapor de este tipo que se construyó fuera de Inglaterra (la instalada en 1790 por los hermanos Pèrier en los molinos harineros de la isla de los Cisnes, en Francia). Los resultados de este trabajo del ingeniero fueron recogidos en una memoria: *Mémoire sur une machine à vapeur à double effet*, presentada en 1789 a la Academia de Ciencias gala y cedida para la muestra por la École Nationale des Ponts et Chaussées de París, que ha sido la fuente para el artículo *Memo-*



ria de Betancourt sobre la máquina de vapor de doble efecto, de Javier Goicolea Zala, recogido en el catálogo de ésta. Imágenes de archivo de diversos ingenios de vapor, incluidos un dibujo de la máquina de Watt realizado por Betancourt y los planos de la memoria de éste, así como los modelos de un paralelogramo de Watt y un regulador centrífugo de bolas pertenecientes al Museo Nacional de Ciencia y Tecnología, ilustran en la exposición las explicaciones sobre los distintos tipos de máquinas de vapor de la época y las innovaciones introducidas en la suya por Betancourt, quien, en estas fechas, incorporó su estudio y un modelo de la máquina obtenida a la colección que estaba formando.

Los estudios sobre la energía del vapor, ya en sus aplicaciones mecánicas o desde el punto de

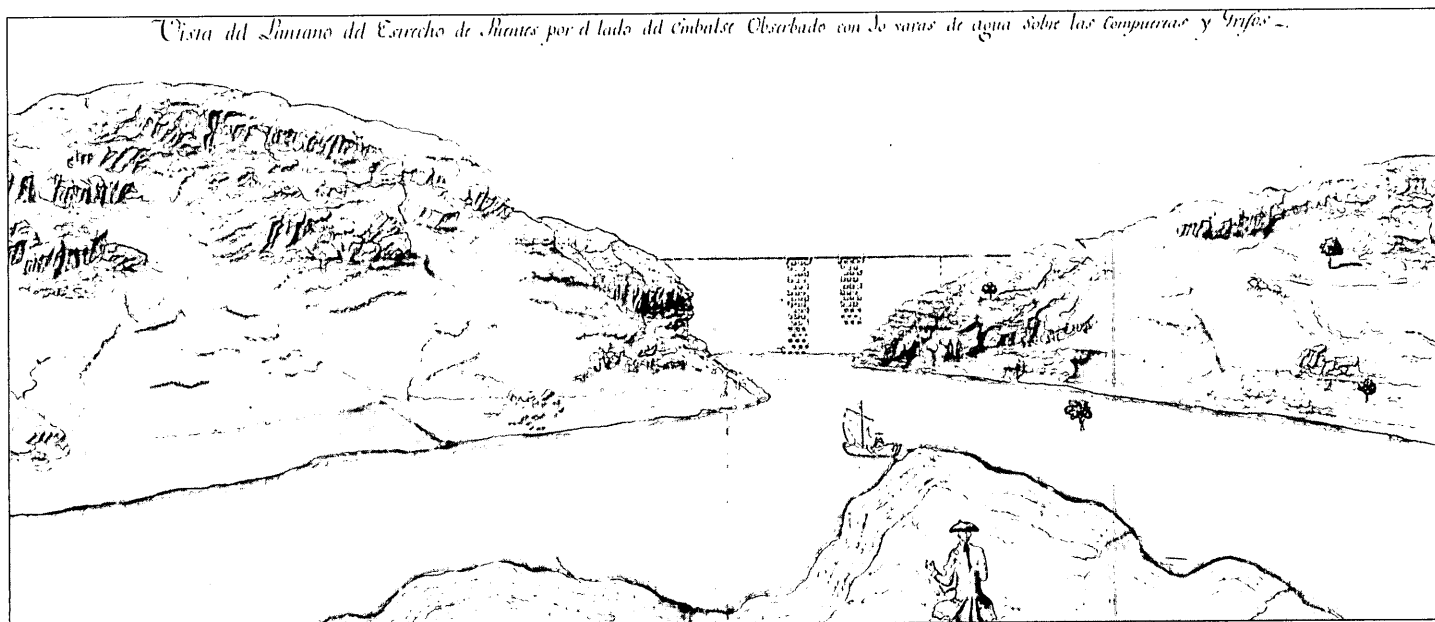
Máquina para hacer trencilla, grabada por Vicente Mariani. «Descripción de las máquinas de más general utilidad que hay en el Real Gabinete de ellas...». Juan López de Peñalver. Madrid, 1798. (Biblioteca Escuela Técnica Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos).

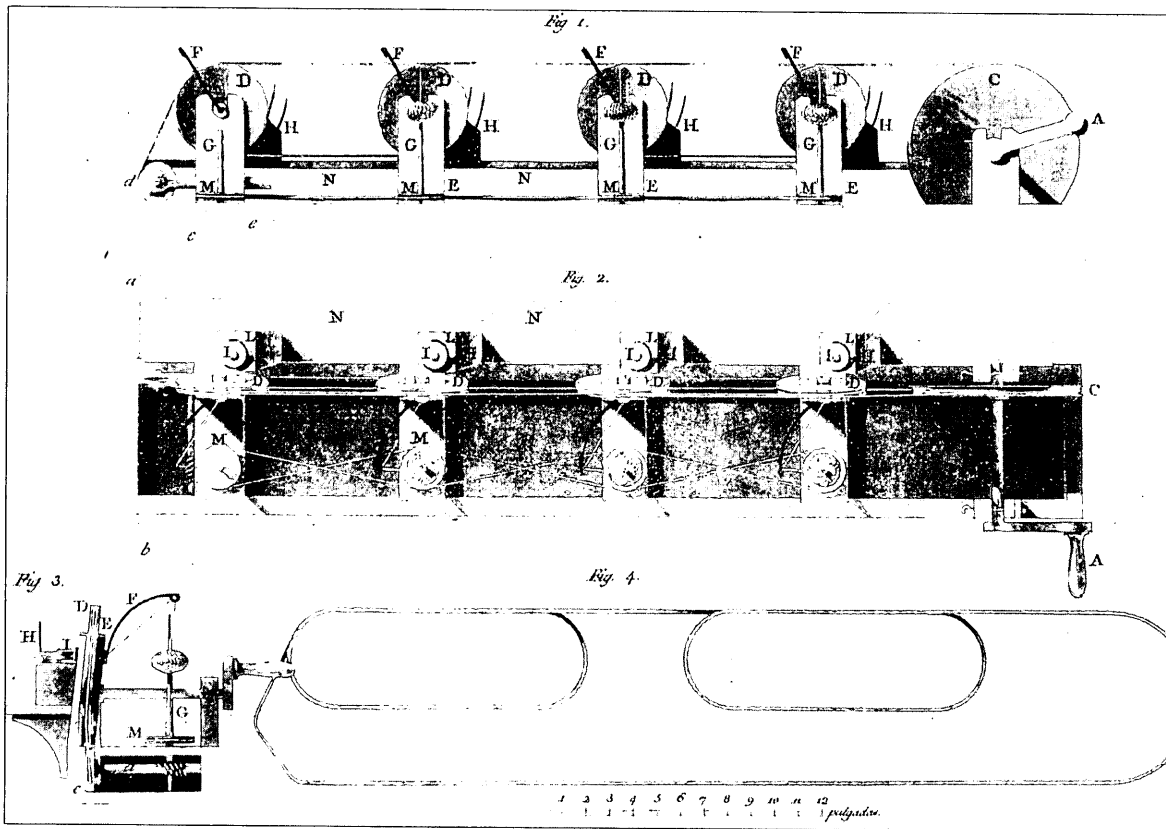
vista teórico -en 1790 ofrece al examen de la Academia francesa su *Mémoire sur la force expansive de la vapeur de l'eau*, un precursor estudio en materia de termodinámica cuyo original se conserva en la École des Ponts et Chaussées parisina- no agotan la actividad del pensionado español en esta primera estancia en el país vecino. Dinámico y polifacético, a la par que realiza diversas misiones para el gobierno ilustrado español, como es la adquisición de instrumental científico para la expedición de Malaspina (1789), Betancourt prosigue sus estudios y avanza en la colección de planos y máquinas, que enriquece con diseños propios. Lo mismo se informa sobre las novedades francesas en la construcción de puentes -el nuevo *sistema Perronet-*, que indaga en los avances del momento en la fabricación de cañones -en 1791 firma su *Descripción del establecimiento de Yndrid, donde se funden y barrenan los cañones de hierro para la Marina Real de Francia-*, o se preocupa por los adelantos del industria textil que, foco de su interés en su juventud, lo será a lo largo de toda su vida, como da fe la máquina de hilar -diseño y modelo originales del ingeniero- conservada en el Museo Central del Transporte Ferroviario de Rusia y expuesta en este apartado. En el ramo de la industria de la seda, al tiempo que se interesa por la mecanización del sector (incorpora a su taller varias máquinas para su hilado y torcido, o una para hacer trencilla), experimenta junto con Louis Proust con sedas crudas en el afán de conocer la composición de su barniz de cara a mejorar su hi-

lado: un estudio que el gran químico francés publicará más adelante en España en sus *Anales del Real Laboratorio de Química de Segovia* (1791); y con su habitual sentido práctico, no pierde la ocasión de insistir a los gobernantes españoles en la adquisición de los telares de Jacques de Vaucanson, que eran los más innovadores del momento. El facsímil del libro de Proust y diversas obras de la época cedidas para la muestra por la Biblioteca Nacional de Madrid - entre ellas el tratado del *Arte de hilar, devanar, doblar y torcer las sedas según el método de Mr. Vaucanson*, escrito por Joseph Lapayese (1799), pionero en la introducción en Valencia de las novedades francesas- ilustran el interés del pensionado español por los negocios de la seda.

1791 fue el año del regreso a España de Agustín de Betancourt -y con él de la colección de libros, diseños y máquinas-, reclamado por el gobierno español junto con el resto de los pensionados ante la alarmante situación de la Francia revolucionaria. Un año después abría sus puertas al público en el madrileño palacio del Buen Retiro el Real Gabinete de Máquinas, del que Betancourt recibió el nombramiento oficial como Director. En pocos meses éste iba a volver a abandonar el país con destino a Inglaterra, donde, entre 1793 y 1796, prosigue sus estudios, contacta con los principales mecánicos y maquinistas del momento -comenzaría ahora sus investigaciones sobre la teoría de las máquinas-, adquiere novedades para el Gabinete, como la prensa hidráulica de Bramah

Presa en el estrecho de Puentes. Gerónimo Martínez de Lara, 1785. (MOPTMA).



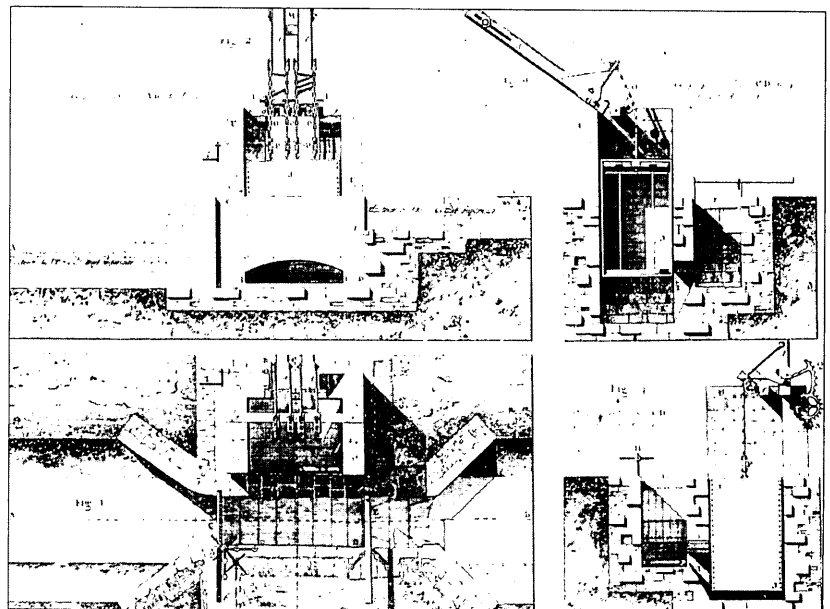


Máquina para devanar varias madejas a la vez. «Descripción de las máquinas de más general utilidad que hay en el Real Gabinete de ellas...». Juan López de Peñalver. Madrid, 1798. (Biblioteca Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid).

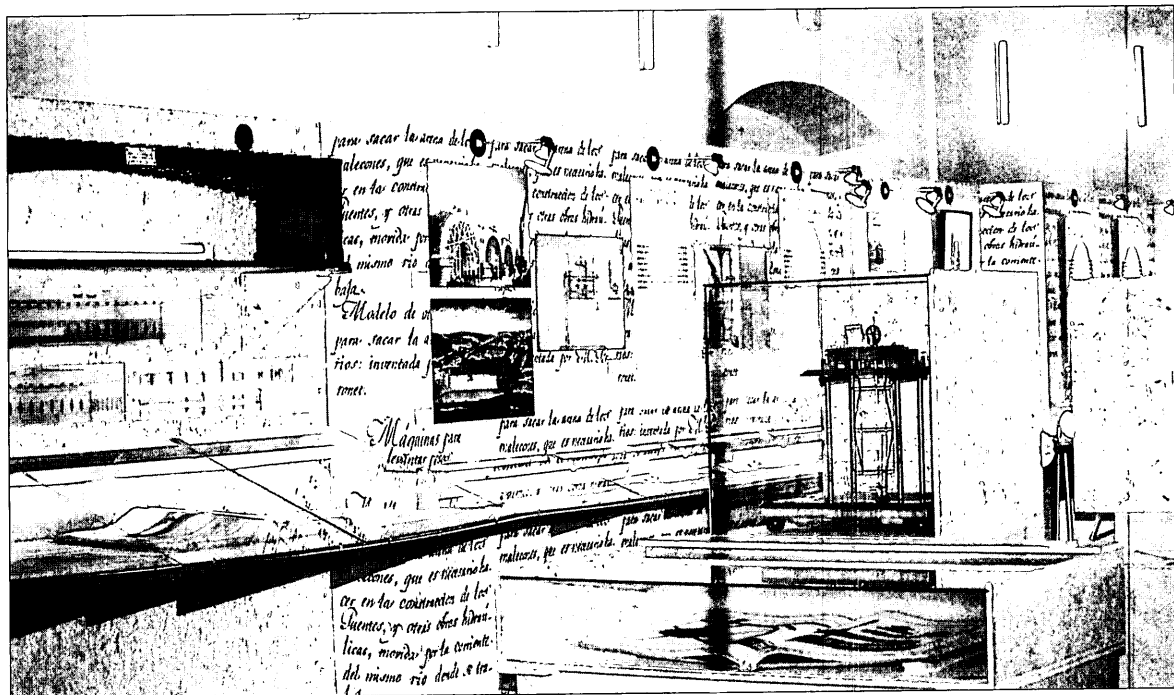
cuyo invento fue el primero en patentar en Francia, y realiza nuevos proyectos y diseños, recogidos en el catálogo y en la muestra (una máquina para cortar hierbas en ríos y canales, un molino de sílex y una esclusa en Coalbrookdale,...). Entre otras cosas, el ingeniero recibiría ahora el encargo de, junto con el marino José María de Lanz y su ayudante el mallorquín Bartolomé Sureda, incorporarse a la expedición a la isla de Cuba que preparaba el conde de Mopox, con el objetivo, entre otros, de contribuir a la mejora de las comunicaciones insulares con la construcción de un canal navegable entre los montes de Güines y la bahía de Guantánamo. En 1796, tras la ruptura de hostilidades entre Gran Bretaña y España, y llevando consigo la colección de instrumentos científicos formada para la expedición, Betancourt emprendió el viaje de regreso a España, interrumpido con una breve estancia en Francia, para embarcarse finalmente rumbo a la isla caribeña desde Lisboa el 7 de junio siguiente. La captura por los ingleses ese día 8 del barco en el que navegaba frustró definitivamente su aventura americana, y serán a la postre los hermanos Félix y Francisco Lemaur los que realicen el proyecto del Canal de Güines -en la exposición se reproducen sus planos, conservados en el Mu-

seo Naval de Madrid-, aunque no el canal, que fue sustituido por el primer ferrocarril de la isla. En cuanto a Betancourt, el encargo de recomponer la colección de instrumentos, perdida a raíz del asalto inglés, le permitió regresar de nuevo a Francia donde, en su anterior breve visita, había profundi-

Esclusa de émbolo buzo. «Mémoire sur un nouveau système de navigation intérieure». Agustín de Betancourt. Paris [1808]. (Fundación Juanelo Turriano).



Recreación del Real Gabinete de Máquinas del Buen Retiro en la exposición Betancourt. Los inicios de la ingeniería moderna en Europa. Pabellón Villanueva, Real Jardín Botánico de Madrid (26 de marzo- 5 de mayo 1996).



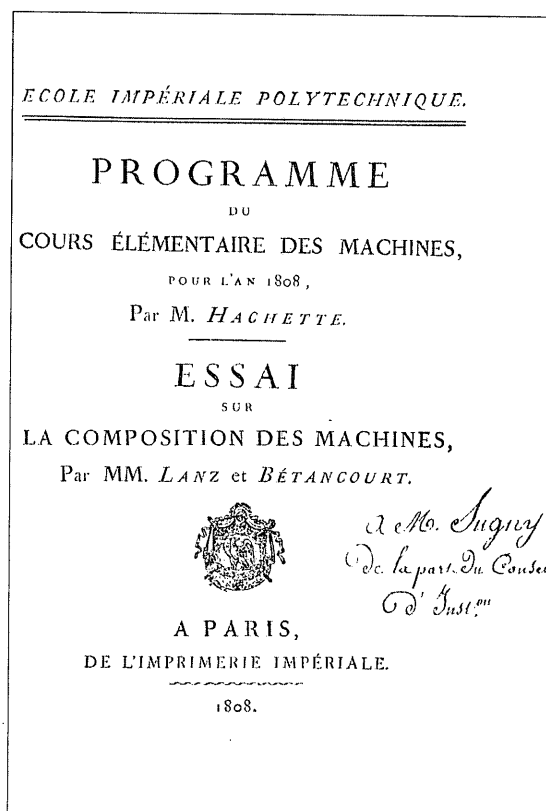
zado en su interés por un tema tan candente en el momento como era el del telégrafo óptico.

Entre 1796 y 1798 Agustín de Betancourt y su amigo el relojero suizo Abraham Louis Breguet (en el catálogo dedica Roberto Moreno García un artículo a *Un reloj de bolsillo fabricado expresamente por Breguet para Betancourt*) trabajaron en el diseño de un prototipo de telégrafo óptico, sobre el que presentaron sucesivas memorias con sus correspondientes planos a la Academia de Ciencias de Francia (la documentación ha sido cedida para la muestra por la École des Ponts et Chaussées de París). El invento fue recibido en medio de una fuerte polémica provocada por la airada reacción de Claude Chappe, quien había instalado en Francia unos años antes (1794) una primera línea telegráfica y, pese a su más que favorable acogida en los medios científicos franceses -en la Fundación Juanelo Turriano se conserva el texto de un elogioso informe emitido por la Academia, que firman las grandes personalidades del momento: Lagrange, Laplace, Prony, Borda, Coulomb, Charles y Delambre-, no llegó a instalarse en Francia, probablemente debido a la cerrada oposición ejercida por Chappe desde la Jefatura de Telégrafos. Los planos de la memoria de Betancourt y Breguet han sido la base para la elaboración por CEHOPU de un modelo a escala del nuevo telégrafo, en el que quedan de manifiesto las cualidades de economía, precisión y fácil manejo que del mismo alabaron los sabios franceses.

Las noticias sobre el nuevo invento de Betancourt determinarían su vuelta a España en 1788 con el encargo de proceder a la instalación de una línea telegráfica entre Madrid y Cádiz, proyecto que sólo se acometió al parecer hasta Aranjuez y que por problemas económicos acabó dejándose de lado. Al año siguiente de su regreso tenía lugar la creación en nuestro país de la Inspección General de Caminos y Canales, de la que el ingeniero, que alentaría su constitución, absorbido como estaba ahora en el proyecto del telégrafo, no ocupó el puesto de Inspector General hasta 1801. Entre las muchas ocupaciones en su nuevo cargo estuvo la mejora de los caminos del reino, que experimentaron un notable progreso, como el propio Betancourt constata en su *Noticia del estado actual de los caminos y canales de España* (1803), reproducida en el Boletín Oficial de Caminos, Canales y Puertos de 1843, cedido para la muestra por la Biblioteca Nacional. Una de sus actuaciones más destacadas en este momento fue el reconocimiento e informe emitido a raíz de la rotura en 1802 de la presa de Puentes, catástrofe que se cobró más de 600 vidas en la ciudad de Lorca (Murcia) y de la que es bien expresiva la magnífica fotografía realizada por Laurent a mediados del siglo pasado. El análisis de Betancourt -una copia de época del texto original se conserva en el Fondo Cultural Espín de Lorca y aparece reproducida en el catálogo en el artículo *Agustín de Betancourt en Lorca* de Julio Muñoz Bravo- pondría en evi-

dencia la necesidad de contar en España con técnicos especializados para la construcción de este tipo de obras, hasta entonces acometidas por ingenieros militares o arquitectos, como era el caso de la presa de Puentes, de la que se exhiben los planos del arquitecto Gerónimo Martínez de Lara, hoy en el MOPTMA. El sueño parisino de Betancourt - en la *Memoria sobre los medios de facilitar el comercio interior*, escrita con Juan López de Peñalver en París en 1791 y cedida para la muestra por el Archivo Histórico Nacional, se expone ya la necesidad de contar con una escuela de estudios técnicos especializados- iba a materializarse unos meses después del desastre de Murcia: en noviembre de 1802 abrieron sus puertas en el palacio del Buen Retiro de Madrid los Estudios de la Inspección General de Caminos y Canales, que al año siguiente cambiaron el nombre por el de Escuela de Caminos y Canales. Como director de la Institución (hasta 1807), Agustín de Betancourt se encargó de la elección del profesorado, con figuras de la talla de José Chaix, José María de Lanz o Juan López de Peñalver, elaboró el primer plan de estudios del centro, y promovió la traducción de textos de calidad como la *Geometría Descriptiva* de Monge o el *Tratado de Mecánica Elemental* de Francoer. Para la formación práctica de los alumnos se contaba con las salas del Real Gabinete de Máquinas, y más adelante con la experiencia de obra que el Director les procuraba desde la propia Inspección. Los anuncios de los exámenes de la Escuela en las convocatorias límite (1802 y 1807) de la primera etapa de su existencia, aparecidas en la Gaceta de Madrid (ejemplares cedidos por la Hemeroteca Municipal), y algunos libros de texto, como la *Architectura Hydraulique* de Belidor (Fundación Juanelo Turriano), la *Geometrie Descriptive* de Monge y la *Memoria sobre un nuevo método general para transformar en series las funciones trascendentes* escrita por el profesor José Chaix (1807), los dos últimos conservados en la Biblioteca del centro docente hasta hoy, acompañan este capítulo de la exposición, que se cierra con un nuevo informe de Betancourt sobre las obras y riegos de Lorca -original facilitado por el Ayuntamiento de la ciudad-, realizado desde la Inspección en 1806.

Como Inspector General de caminos y canales, había asumido éste en 1803 la misión de hacer frente a las inundaciones provocadas por los ríos Genil y Cubillas a su paso por la finca del Soto de Roma que el poderoso Manuel Godoy poseía en la vega de Granada. Durante dos años, Betan-



«Essai sur la composition des machines». José María de Lanz y Agustín de Betancourt. Paris, 1808. (Fundación Juanelo Turriano).

court y su discípulo Rafael Bauzá, que quedó al frente de las obras, se esforzaron por atajar el problema, informando puntualmente al ministro de la evolución de los trabajos, pero desavenencias surgidas en el proceso provocaron en 1805 su relevo y sustitución en los mismos por un grupo de ingenieros militares. El expediente sobre la evolución de los trabajos, con los informes técnicos de Betancourt y Bauzá, y el plano del proyecto primero de éste, se conserva en el Servicio Histórico Militar de Madrid, mientras que un hermoso mapa del Real Sitio del Soto de Roma, anterior a la visita de Betancourt, ha sido cedido para la exposición por el Archivo General de Simancas.

Las múltiples ocupaciones del Inspector General en estos primeros años del siglo XIX -de las que en el catálogo se ocupa el artículo *Agustín de Betancourt, inspector general de caminos y canales* de Fernando Sáenz Ridruejo-, le impedirían volcarse en su actividad como empresario privado al frente de la Real Fábrica de Algodones de Ávila, que había adquirido a la Corona en 1799. A este episodio, que corrobora el interés de Betancourt a lo largo de su vida por la industria textil, se dedica una de las unidades de la exposición, ilustrada con muestras de estampados de la fábrica de Ávila pertenecientes al Archivo General de Simancas,

reproducciones de diversas máquinas para el tejido de esta fibra, como la máquina devanadora que el ingeniero incorporó a la colección del Gabinete, y un Tratado de Carlos de Ardit sobre la fabricación de pintados e indianas, prestado por la Biblioteca Nacional.

En el año 1806 Betancourt liquidó el negocio abulense, reintegrándolo a la Corona, y con la compensación recibida pudo afrontar su viaje fuera de España. En estos momentos la grave crisis económica y política del país no ofrecía garantía alguna de continuidad a los proyectos del ingeniero, y las perspectivas eran todo menos esperanzadoras. En el plano personal, su reciente confrontación con Godoy y la mala marcha de sus negocios privados debieron también pesar en su determinación de exiliarse. En 1807 tomó primer rumbo a París, una ciudad querida donde conservaba numerosos amigos, que le aconsejarían en la elección de su destino definitivo. Consigo llevaba el proyecto de una esclusa de émbolo buzo, inventada por él hacia 1801 y que presentó ahora a la Academia Francesa bajo el título de *Mémoire sur un nouveau système de navigation intérieure*. Un ejemplar de esta obra, publicada en 1808, ha sido cedido para la muestra por la Fundación Juanelo Turriano, pudiendo acompañarse en la ocasión de los hermosos originales de los planos que se guardan en la Biblioteca de la Universidad de Vías de Comunicación de San Petersburgo. La memoria es un hito más en la evolución de los planteamientos hidráulicos de Betancourt, materia a la que se dedica el texto de Fernando Sáenz Ridruejo *Evolución de las ideas de Betancourt sobre canales*, recogido en el catálogo de la exposición.

Otro trabajo que Betancourt remató durante esta última estancia en París, y que vio la luz cuando ya él se había incorporado a su nuevo destino en Rusia, fue el texto del *Essai sur la composition des machines*, cuyo borrador iniciarían él y José María de Lanz durante los años anteriores en Madrid, y que ahora fue publicado por la prestigiosa Escuela Politécnica de París. Este gran tratado de máquinas sirvió durante medio siglo como libro de texto en muchas escuelas técnicas, y prueba de su buena acogida es que se reeditara en Francia en 1819, y se vertiera al inglés y al alemán unos años más tarde. Los ejemplares de la primera edición francesa (1808), inglesa (1820) y española (1992), cuyo cuadro de máquinas se ha reproducido a gran escala, cierran junto a una serie de modelos de máquinas simples de las colec-

ciones del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología la primera de las áreas de la exposición.

EL REAL GABINETE DE MÁQUINAS

Del Real Gabinete de Máquinas instalado en el Buen Retiro es poco lo que ha llegado hasta nuestros días, debido a las pérdidas y dispersión de sus colecciones a raíz de los sucesivos traslados que sufrieron durante la Guerra de la Independencia, y a la incuria y abandono experimentados al término de la misma. Con todo, se conoce su composición a partir de los catálogos que de ellas realizaron Agustín de Betancourt, en 1792 -representado en la muestra por la edición facsimilar del manuscrito realizada en 1990-, y su íntimo colaborador y director de facto de la institución en su ausencia, Juan López de Peñalver, en 1794 (ejemplar impreso cedido por la Biblioteca Nacional, donde se mencionan 270 modelos, 359 planos y 99 memorias). A Peñalver se debe la iniciativa de la publicación desde 1798 de la *Descripción de las máquinas de más general utilidad que hay en el Real Gabinete de ellas*, planteada como una colección divulgativa de las novedades y piezas más útiles de la institución -cuidadosamente descritas y magníficamente ilustradas con grabados de Bartolomé Sureda y Vicente Mariani-, si bien la falta de acogida por parte del público llevó a interrumpir la edición cuando apenas habían salido cuatro ejemplares (el primero fue la prensa hidráulica de Brahm). De los mismos hay un volumen encuadernado en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, y se conservan planchas y grabados en Calcografía Nacional.

A partir de los contenidos de los catálogos se ha ensayado hacer en la exposición una recreación de lo que pudo haber sido este formidable museo de la técnica, en el que tuvieron cabida todo tipo de máquinas y procedimientos, más o menos innovadores, lo mismo relativos a la construcción de puentes, caminos, puertos y canales, que a la fundición de cañones, la industria textil, el achique minero, etc.. En el empeño se han utilizado libros y material de época perteneciente a diversos archivos y museos que nos aproxima a los contenidos de las colecciones, así como reproducciones -fotografía, vídeo, facsímiles- de dicho material. Digna de destacar es la presencia en esta presentación madrileña de la muestra de la *Descripción del establecimiento de Yndrid donde se funden y barrenan los cañones para la Marina*

Real de Francia, cedida por la Biblioteca del Palacio Real de Madrid; una de las pocas piezas originarias del Gabinete que ha llegado hasta nosotros, que es por otra parte una verdadera joya original de Betancourt, tanto desde el punto de vista técnico de los contenidos, como por las 49 láminas que la ilustran y dan prueba sobrada de las innegables dotes artísticas de su autor.

UN HOMBRE DE ACCIÓN EN RUSIA

Ya en el año 1807, e incluso desde antes, Betancourt albergaba la idea de radicarse fuera de España. Varias son las causas que llevan al ingeniero a este cambio de residencia, sea porque sus negocios personales al frente de la dirección de la Fábrica de Algodón de Ávila no van todo lo bien que él deseaba y esperaba cuando se hizo cargo de su gestión, sea porque los acontecimientos políticos no auguran buenos tiempos, pues ya se ha producido de facto la ocupación por las tropas francesas del territorio hispano, y más pronto que tarde arderá la mecha de la Guerra de Independencia. Ello, unido a la mala situación material, que se arrastra desde 1804 con el parón en la producción de bienes y riqueza, lo que acarrea una disminución en la actividad económica que repercute en las arcas del Estado, y hace impensable la ejecución de los proyectos técnicos y científicos a los que aspiraba Betancourt. Además, su antaño buena relación con el poder se resquebraja a consecuencia de su enemistad con el valido de Carlos IV, Godoy.

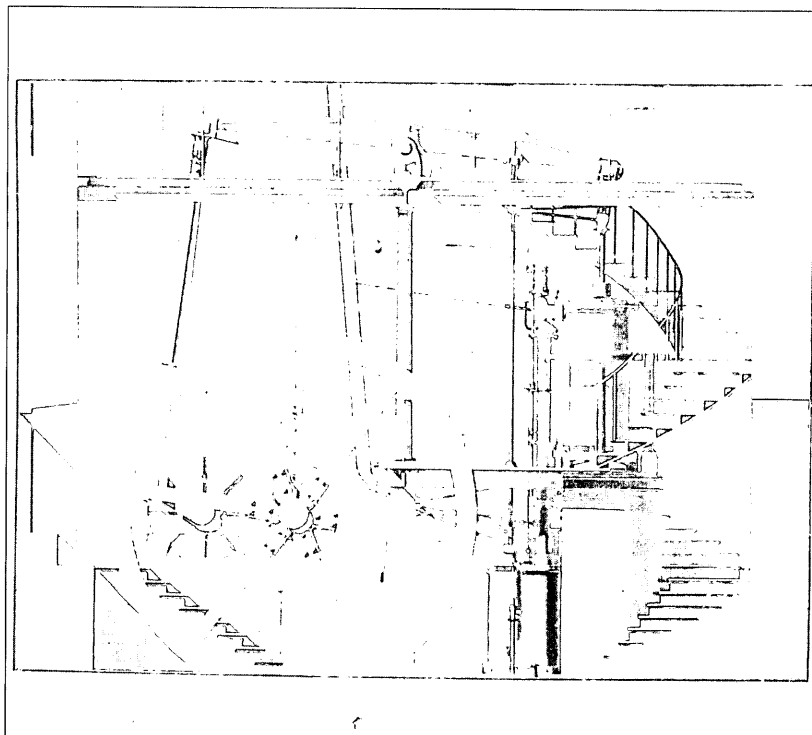
En mayo de este mismo año 1807, Betancourt parte hacia París, y desde allí a Rusia. No se conocen con certeza las causas de su elección por este país. Quizás influyeron las buenas referencias que tenía a través de sus amigos y colegas franceses de la joven monarquía de Alejandro I, un gobernante llegado al poder en 1801, educado por su abuela Catalina la Grande en los principios e ideario del despotismo ilustrado, y perteneciente a la familia de los Romanov, dinastía que regentaba los destinos del país desde 1613. En esos momentos Rusia era un incipiente poder en el coro de las naciones europeas, con un gran potencial económico y una estable situación política que la hacía atractiva a los ojos de un hombre de acción con ganas de realizar importantes y ambiciosos proyectos.

El tercer bloque de la exposición se dedica a la última etapa de la vida de Betancourt que transcu-

re en Rusia, y durante la cual el ingeniero llevará a cabo importantes realizaciones poniendo en práctica los principios enunciados en sus trabajos teóricos. Comienza este área con una reproducción en gran tamaño de un mapa, cuyo original se encuentra en el Servicio Histórico Militar, en el que aparece el Golfo de Finlandia -la ventana a occidente desde la que asoma el Imperio ruso- con San Petersburgo en la costa sobre la desembocadura del río Neva, además de un mapa -reproducido, aunque el original ha sido cedido en préstamo por el Servicio Geográfico del Ejército- de la impresionante red fluvial que comunicaba alejados extremos de la geografía del país.

En octubre de 1807, Betancourt marcha hacia San Petersburgo donde es presentado e introducido en la corte por el primer ministro del zar, Rumiantsev, dispensándosele una calurosa acogida. Hasta su regreso a París a fines de mayo realiza un viaje por el Imperio cuyo itinerario incluye visitas a industrias y factorías, tomando buena nota de las posibilidades que se ofrecían a sus intereses. Sin duda quedó satisfecho con lo visto, pues poco después, en septiembre de 1808, se entrevista de nuevo, esta vez en Erfurt -ciudad alemana en la que Napoleón y Alejandro se reparten y deciden qué hacer con Europa en el Congreso del mismo nombre-, con el zar, en su camino desde París, adonde había vuelto para recoger a su fami-

Máquina de vapor en la Fábrica de cañones de Tula. «Álbum de dibujos de Tula». V. Fedossev. 1830. (Biblioteca de la Universidad de Vías de Comunicación, San Petersburgo)

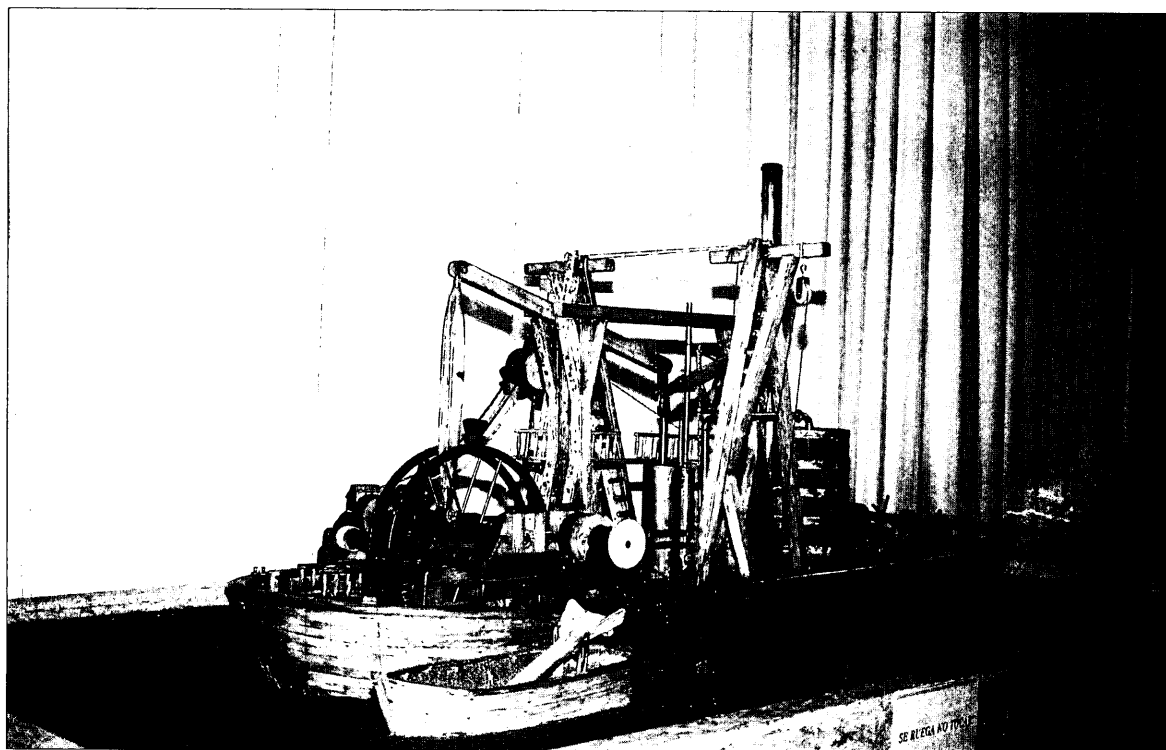




La ciudad de San Petersburgo en el Golfo de Finlandia, segunda mitad del siglo XVIII. (Servicio Geográfico del Ejército, Rusia 77).

lia, hasta San Petersburgo ya para instalarse definitivamente. Reproducciones realizadas a partir de grabados depositados en la Biblioteca Nacional de Madrid, nos muestran una ciudad de factura neoclásica, surcada por canales ya desde temprano -empiezan a construirse desde principios del siglo XVIII-, ubicada en el delta del Neva, sobre unos terrenos inconsistentes que dificultaban su urbanización, por lo que era preciso la utilización de pilotes para la edificación. Su creación data de 1702, cuando Pedro el Grande, abuelo de Alejandro, manda construir la fortaleza de Pedro y Pablo a orillas del río. En unos planos del Servicio Histórico Militar se aprecia el rápido desarrollo de la ciudad; si en 1705 sólo existen los dos bastiones, en 1840, es decir, un siglo y medio escaso después, podemos ver una urbe totalmente edificada. A su llegada Betancourt ingresa en el ejército -como era tradicional los ingenieros pertenecían a él- con el grado de mayor general, aunque algo más tarde sería ascendido a teniente general, destinado al Departamento -enseguida convertido en Dirección General- de Vías de Comunicación.

Uno de los primeros trabajos de los que se hace cargo consiste en la modernización de la Fábrica de armas de Tula, levantada en 1712 para la producción de cañones en una zona conocida por la calidad de su metalurgia y famosa por el llamado mineral de Tula, una aleación de plomo, cobre y plata, con la que se elaboraban utensilios de todo tipo. La fábrica, ubicada a orillas del río Upa, aprovechaba las corrientes para impulsar los mecanismos instalados en sus dependencias. Betancourt pone en práctica los conocimientos adquiridos durante su labor de reconocimiento en la factoría de Yndrid, en la que se venía utilizando desde tiempo antes el vapor como fuente de energía. En Tula, Betancourt instala una potente máquina de estas características, que sustituye a las movidas por fuerza hidráulica, y tornos para el acabado del ánima de las armas. Testimonio de estos trabajos es un Álbum de láminas -depositado en la Biblioteca de la Universidad Estatal de Vías de Comunicación de San Petersburgo¹, fechado en 1830 y firmado por Fedoseev- que da cuenta, a través de más de un centenar de dibujos, de la si-

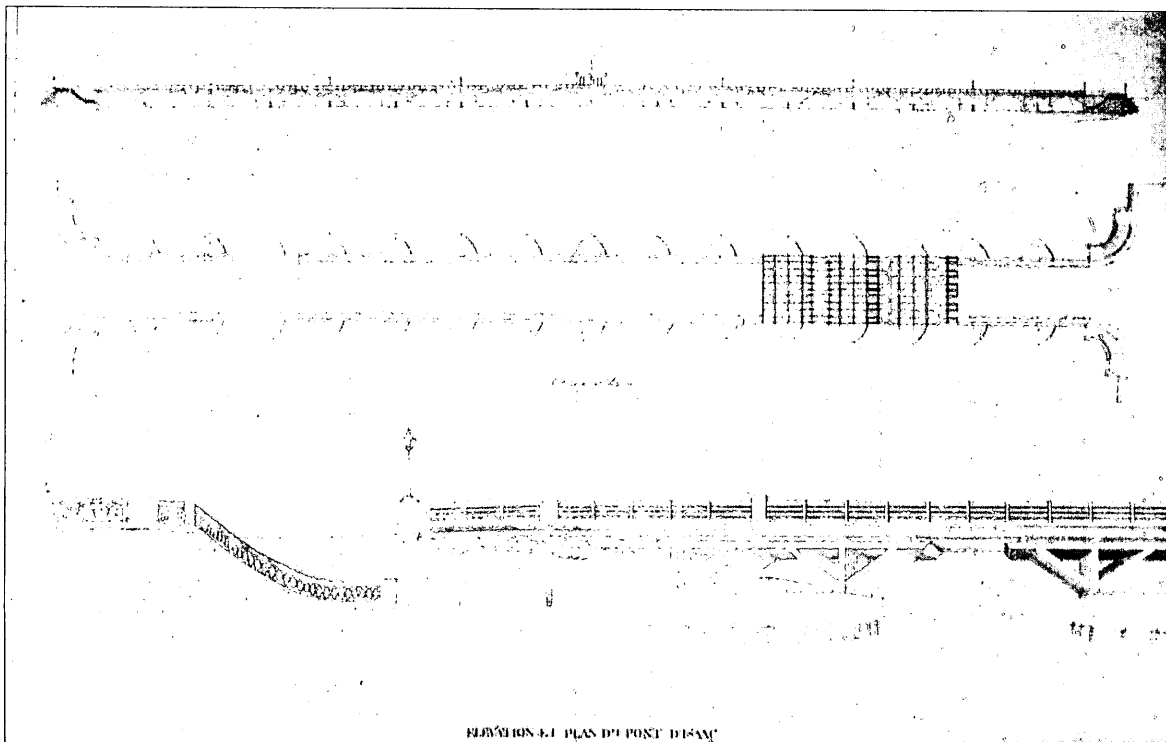


Modelo de la draga de rosario de vapor, diseñada por Betancourt que entró en funcionamiento el año 1812 en el puerto de Kronstadt. (CEHOPU).

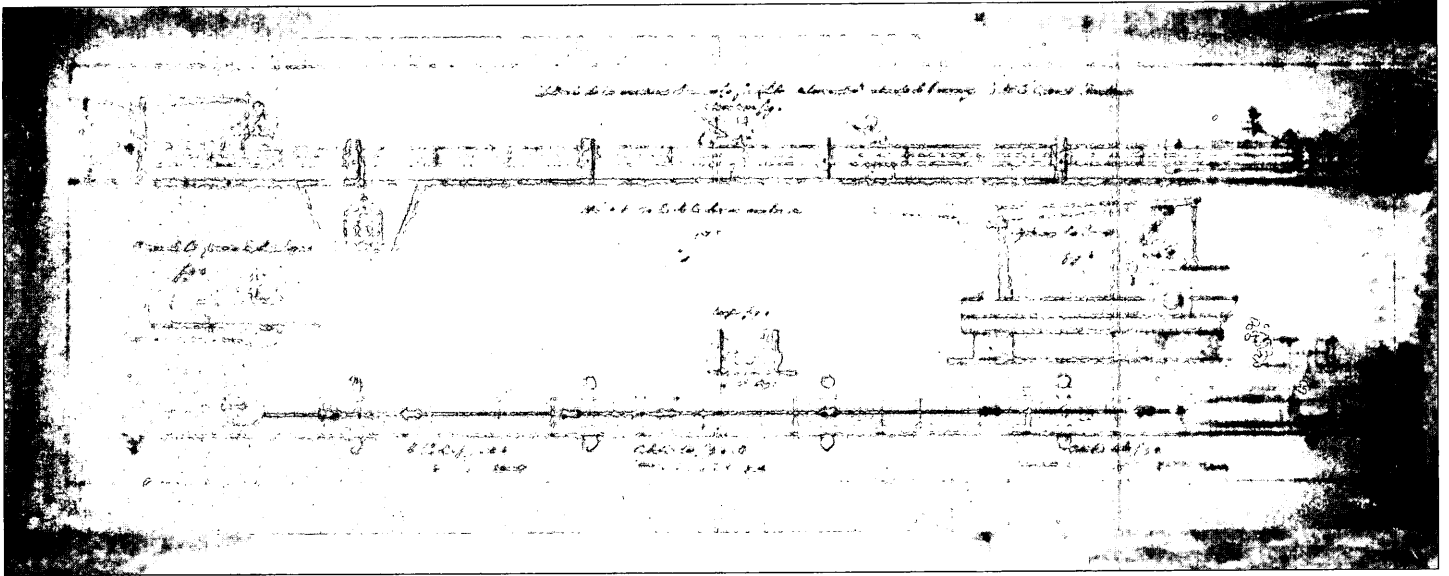
tuación en la que se encontraba la factoría, y de las innovaciones introducidas por Betancourt.

Con posterioridad, éste puso de nuevo en práctica sus conocimientos acerca de la fuerza expansiva del vapor de agua, cuando se le encar-

ga una draga para combatir el proceso de aterramiento que sufría la bahía de la isla de Kronstadt, considerada como el auténtico puerto de San Petersburgo. En 1810 comienza la construcción del ingenio, dotado con un rosario de cangilones y



Planta y detalles constructivos del puente de barcas de San Isaac, proyectado por Betancourt en San Petersburgo. «Plans, profils et détails du pont des bateaux de Saints Isaac exécuté sur la grande Néva...». (G. de Traitteur, Biblioteca de la École Nationale des Ponts et Chaussées).

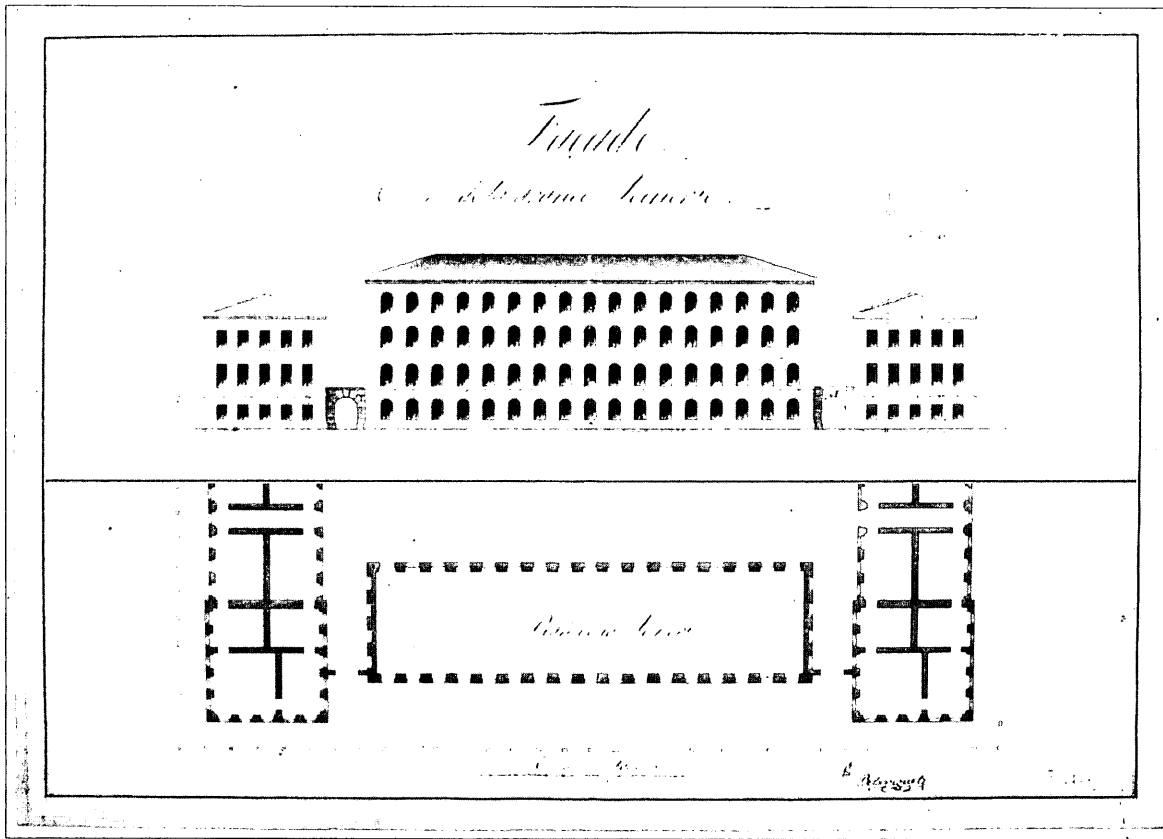


Plano de una máquina para probar la resistencia de los eslabones de hierro de los puentes. (Biblioteca de la Universidad Estatal de Vías de Comunicación, San Petersburgo).

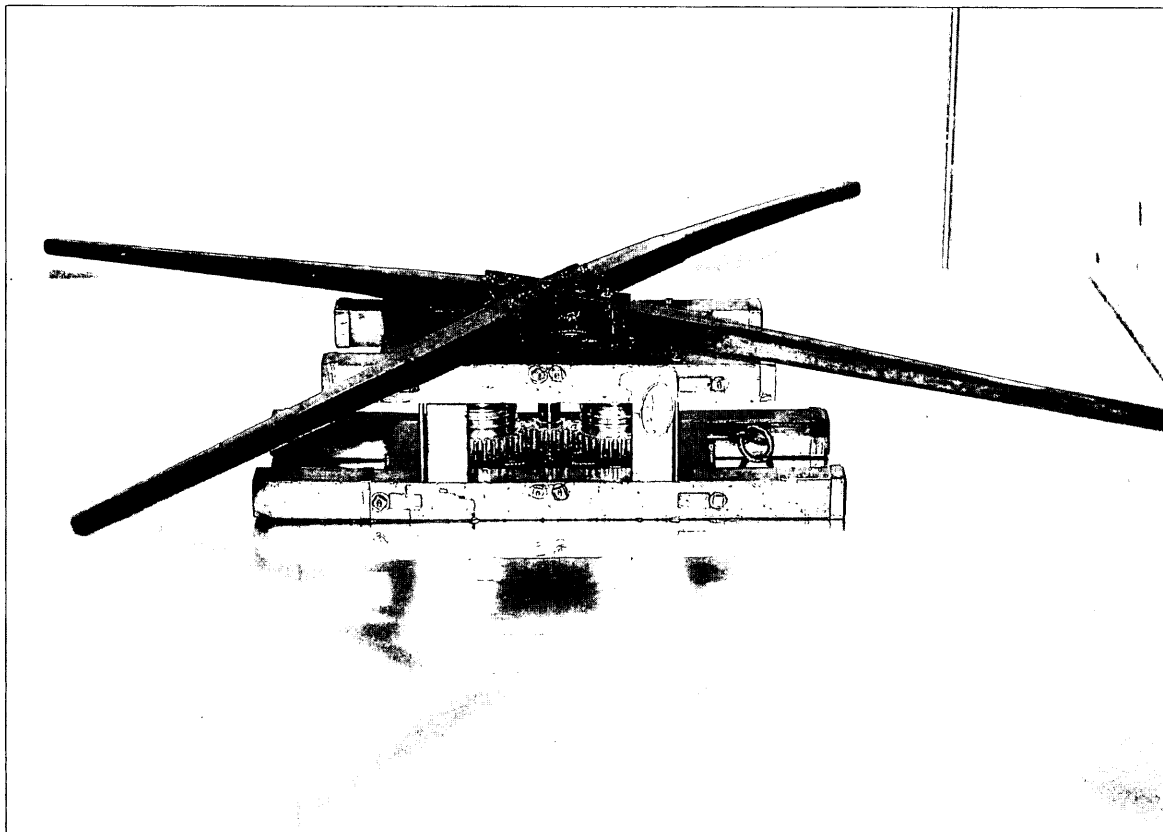
funcionamiento parecido al de una noria, aunque en este caso, y por primera vez, la rueda es accionada por la energía del vapor generado a partir de una caldera instalada expresamente, con lo cual se le aumentaba la potencia de forma desconocida hasta entonces. En la exposición se muestra el manejo de este artificio gracias a una maqueta, hecha por encargo de CEHOPU, a partir de unos planos dibujados por Betancourt en España, -para la limpieza de los puertos de Cádiz y Cartagena, aunque finalmente se desechó el proyecto-, y traídos desde Rusia para la exposición, en los que se puede apreciar su habilidad para el dibujo técnico y artístico.

En 1810, un año después de iniciada la andadura de la Dirección General de Vías de Comunicación, quedó abierto el plazo de inscripción para los exámenes de ingreso en el Instituto de Vías de Comunicación -que se convertirá en centro de formación especializado en ingeniería civil-, creado por iniciativa de Betancourt a semejanza de sus homólogos de Madrid y París. Como Inspector de la Institución, establece los planes de estudio y el programa de exámenes, y hace traer del extranjero instrumentos para las clases prácticas, a las que da gran importancia, construyendo él mismo maquetas para impartirlas. Reúne una variada e importante biblioteca científico técnica, con ejemplares adquiridos en Francia y primeras ediciones de obras, que servirán como libros de texto para las clases teóricas de los alumnos, material del que se puede conocer una pequeña, pero creemos que significativa prueba en esta muestra.

Otra de las facetas que Betancourt desarrolla en Rusia, dentro de la incansable y variada actividad que caracteriza a su genio emprendedor, es la de constructor de puentes. Tradicionalmente -como podemos apreciar en la iconografía que ilustra la sala- en San Petersburgo se construían de barcas, no fijos, debido a la inconsistencia del suelo y a la dificultad que presentaban el río y los canales helados durante todo el invierno, lo que llevaba a que, una vez comenzaba el frío, que duraba de noviembre a mayo, barcaza a barcaza era obligado desmontar los puentes para volver a instalarlos al acabar el deshielo a fines de primavera, con la consiguiente pérdida de tiempo y dinero. Betancourt ideará, para sustituir al tradicional puente de barcas cerca de la Catedral de San Isaac sobre el Gran Neva, una solución permanente, dotándole de una estructura rígida de pilas que descansaban sobre barcazas, de manera que no requería desmontarlo sino que bastaba con soltar una amarra de uno de los extremos para dejar que la propia corriente lo arrastrase hasta la otra orilla. Una vez finalizadas las grandes crecidas provocadas por el deshielo, se colocaba de nuevo ayudándose de cabrestantes. En la École Nationale des Ponts et Chaussées de París se conserva un álbum editado por Traitteur, a partir del proyecto de Betancourt, en el que se nos muestra una hermosa vista del puente ya terminado y abierto al público -acontecimiento que se produjo en 1820- y algunos dibujos con perspectivas y detalles constructivos que muestran una traza de gran destreza. Otro de los puentes diseñados por Betancourt, el de Kamennoostrovskii, con cuerpo de siete arcos de madera

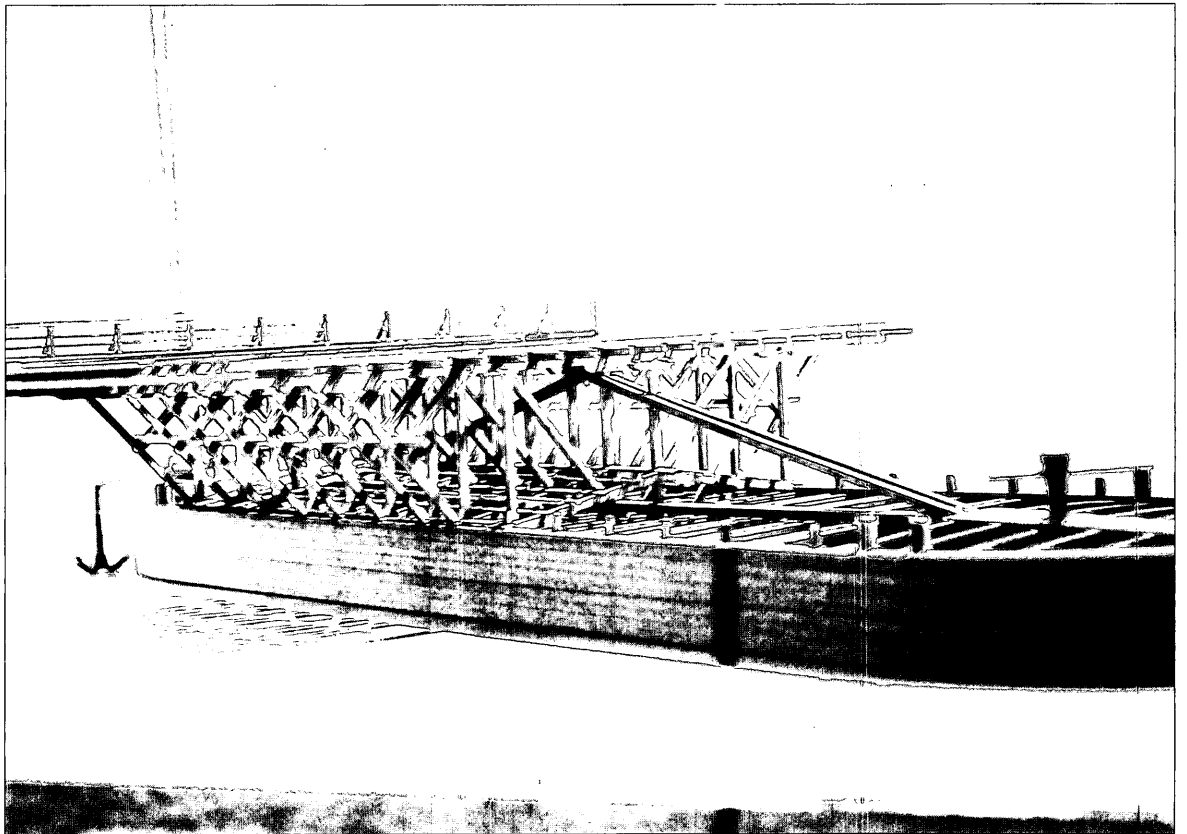
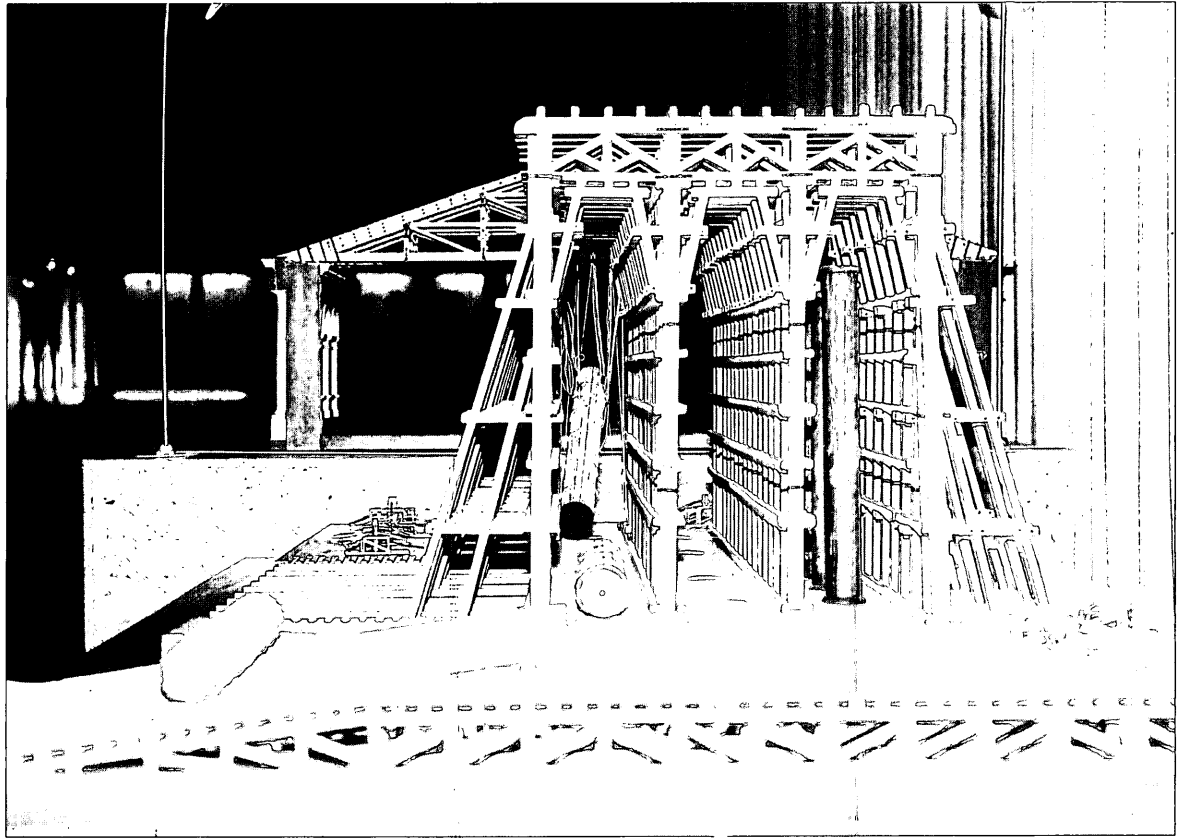


**Secadero de la
Fábrica de papel
moneda de
Goznak.
Agustín de
Betancourt. 1816
(Museo Fábrica
de Papel Moneda
Goznak,
San Petersburgo).**

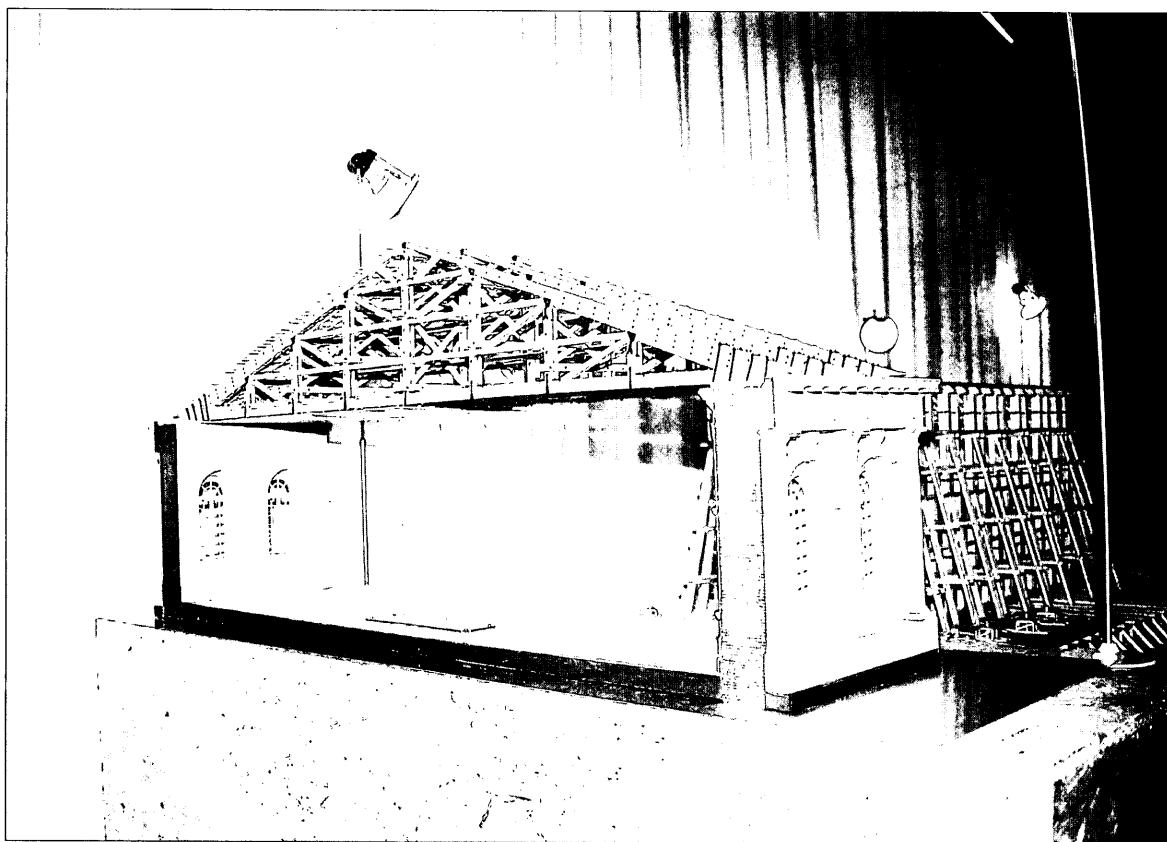


**Modelo de
cabrestante
diseñado por
Agustín de
Betancourt.
(Museo Central
del Transporte
Ferroviario,
San Petersburgo).**

Maqueta de los andamios diseñados por Betancourt para la elevación de las columnas del pórtico de la Catedral de San Isaac. (CEHOPU).



Pontón del puente sobre el río Oka, en Nizhni Nóvgorod. Maqueta diseñada por Betancourt. (Museo Central del Transporte Ferroviario, San Petersburgo.)

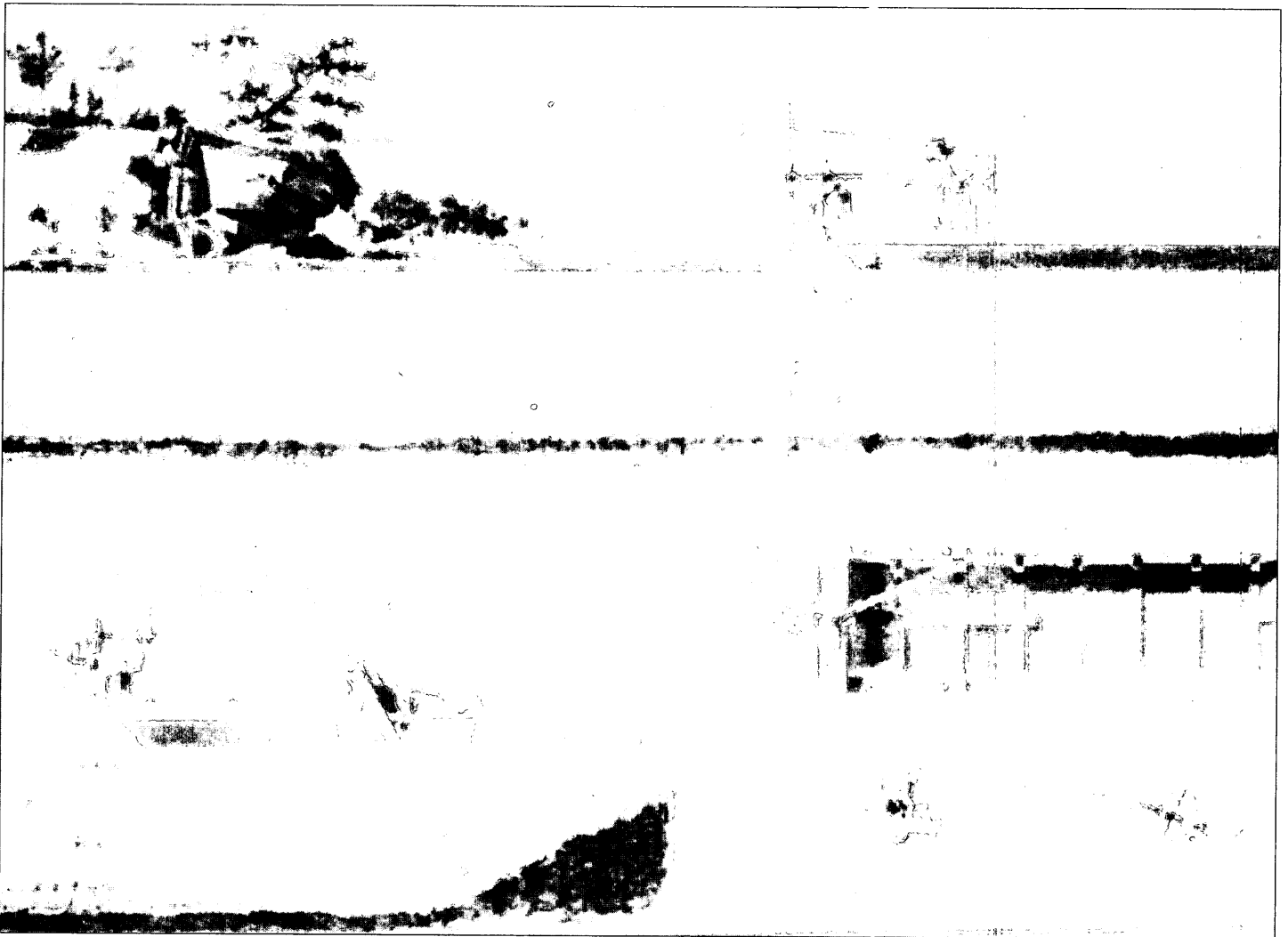


Maqueta de la cercha de la cubierta de la Sala de Ejercicios Ecuestres de Moscú. (Museo Central del Transporte Ferroviario, san Petersburgo).

sobre el Pequeño Nevka, es el primero hijo de San Petersburgo, en el que Betancourt utiliza piezas de fundición para los apoyos con la intención de robustecerlo. Inaugurado en 1813 -permaneció en pie hasta 1859 cuando es sustituido por otro también de madera pero levadizo-, se puede admirar su elegante perfil gracias a la reproducción hecha a partir del original depositado en la biblioteca del Instituto creado por él. El ingeniero español no llegó a construir ningún puente colgante de armadura o de cadenas de hierro forjado, aunque los conocía a través de sus contactos con la École de Ponts et Chaussées de París. Llegó a interesarse por la aplicación del nuevo material en la ingeniería, e incluso se sirvió de él en pequeñas piezas útiles en grandes estructuras. A esta época se remonta, según sabemos por un plano conservado en la PGUPS, su invento de una máquina de ensayo a tracción o siderómetro que permitía comprobar la resistencia de los eslabones de las cadenas utilizadas en estos puentes modernos, y de los que dependía en gran medida la robustez de las construcciones.

En 1816, año crucial, Betancourt inicia una etapa de enorme actividad a lo largo de la cual asumirá por entero la responsabilidad de la políti-

ca de obras públicas del Imperio. Comienza el montaje de una nueva fábrica de papel moneda, que levantará a orillas del canal Fontanka, para la impresión de billetes de mayor calidad que los conocidos hasta entonces. La abundancia de falsificaciones, sobre todo durante la ocupación napoleónica, con la consiguiente devaluación de la divisa que perjudicaba la marcha de la economía, determinó el encargo del zar al español. En el requerimiento se le solicitaba el diseño de un nuevo dibujo más perfeccionado, para ser impreso en el papiro por novedosos y avanzados métodos con el objetivo de impedir la proliferación de imitaciones. En los planos del secadero y de la fábrica, provenientes del Museo de la Fábrica de Papel Moneda Goznak de San Petersburgo, se puede apreciar la rúbrica aprobatoria del emperador, que delegó en su protegido la entera ejecución del proyecto. En sólo dos años, y bajo control absoluto de Betancourt, se erigen los edificios, la imprenta y se instala la maquinaria; así, en 1818, empieza la emisión de los primeros rublos, que en tan solo un bienio sustituirá al papel que circulaba por el Imperio. También en 1816 crea el zar el Comité de Construcciones y Obras Hidráulicas bajo la dirección de Betancourt, para el embellecimiento y



Máquina para cortar la hierba que crece en los canales y riberas. Agustín de Betancourt. (Biblioteca de la Universidad Estatal de Vías de Comunicación, San Petersburgo).

modernización de San Petersburgo, con la intención de convertir a la capital en la ciudad de mayor esplendor de Europa. Entre sus cometidos prioritarios se contaba el trazado de los suburbios, la construcción de aceras, canales, caminos y puentes, el abastecimiento de agua potable, ... La labor realizada fue ingente. Dos de los trabajos más conocidos fueron la ampliación de la catedral de San Isaac -edificio emblemático de la ciudad- y la construcción y elevación de la columna monolítica consagrada a la memoria de Alejandro I. Aunque ambas fueron realizadas, a instancia de Betancourt, por el joven delineante francés recién llegado a la ciudad A. R. Montferrand, el ingeniero canario se encargó de la supervisión de las obras, y del diseño de los andamios y de los mecanismos que permitían mover y elevar los monolitos de gran tamaño con los que se realizaron las obras. De los libros, cuyas láminas se deben a la

mano de Montferrand, *Église cathédrale de Saint Isaac: description architecturale, pittoresque et historique de ce monument*, y el dedicado a la columna *Plans et détails du monument consacré à la mémoire de l'Empereur Alexandre*, ambos depositados en la PGUPS y en el MCTF2, se han seleccionado los dibujos que pueden admirarse en la zona de la exposición dedicada al Comité. Asimismo, ellos son la fuente utilizada para llevar a cabo el diseño de la maqueta que, a instancia de CEHOPU, se ha realizado de los andamios para la elevación de las columnas del pórtico de templo.

En 1816 un fuego voraz destruyó la feria comercial más importante de Rusia, la de Makáriev-Zheltovdoski situada a orillas del Volga. Betancourt recibe el encargo de dirigir la reconstrucción del recinto pero, por recomendación suya, se elige un lugar más apropiado por sus buenas comunicaciones, en la confluencia de los ríos Volga y Oka

enfrente de la ciudad de Nizhni Nóvgorod. En la ejecución del proyecto, Betancourt puso a prueba sus dotes de organización y mando, ocupándose de la traza, abastecimiento de agua potable, y de la construcción de los edificios, así como de un canal que comunicaba la feria con ambos ríos, mostrando su excelente capacidad de arquitecto, urbanista e ingeniero.

Por estas fechas, como premio a la resistencia ofrecida a la invasión de las tropas napoleónicas por los habitantes de Moscú, el zar Alejandro decide pasar el invierno de 1817-1818 en la ciudad. Betancourt es requerido durante el verano con el propósito de realizar la construcción de una sala donde las tropas imperiales acuarteladas en la ciudad pudieran efectuar sus ejercicios de entrenamiento durante los meses de bajas temperaturas. Para ello diseña un edificio de grandes dimensiones, rectangular, de gusto neoclásico, rematado con columnas y un frontón. Lo más atractivo de la nave -como se puede apreciar gracias al documento *Description de la Salle d'Exercices de Moscou*, cedido por la BETSICCP3- es la elegante cubierta de poca pendiente y cuarenta y cinco metros de luz, sujeta sin apoyos intermedios gracias a una cercha de madera, para la cual utilizó piezas de fundición, que impedían el contacto entre sí de las de madera, para darle robustez. En seis meses el edificio, al que dotó de calefacción, estaba terminado, hecho que satisfizo enormemente al zar. Llamativa resulta al visitante curioso la impresionante maqueta, realizada por orden de Betancourt en 1817, cedida por el Museo Central del Transporte Ferroviario, en la que se distingue el despiece de la estructura de la armadura.

En el año de 1819 Betancourt sustituyó a Franz Pávlovich de Wolant -fallecido en noviembre del año anterior- al frente de la Dirección General de Vías de Comunicación, conservando además su cargo de Inspector del Instituto. Entre las atribuciones del nuevo cargo estaba la conservación del buen estado de los caminos y canales, tarea de gran importancia pues de su correcto funcionamiento dependía el suministro de mercancías y alimentos. En esta época puso en marcha sus teorías sobre la navegación interior y el modelo de esclusa inventado con anterioridad, así como sus trabajos en colaboración con el profesor del Instituto de Vías de Comunicación, Bazaine, en el desarrollo de la navegación a vapor en Rusia, diseñando dragas de rosario o mecanismos para arrancar hierbas y cañas movidos a mano, cuyos planos provenientes de la Universidad Estatal de

Vías de Comunicación han sido presentados en Madrid.

Se encargó, igualmente, por procedimientos modernos -utilizando en algunos casos máquinas de vapor- del abastecimiento de agua potable a la Villa de Kazán en el Cáucaso, y a la residencia de verano del zar en Tzárskoe Seló.

Su ajetreada vida como máximo responsable del área de fomento le lleva, en un viaje continuo, a conocer los rincones más dispares del territorio imperial. En 1820 visita el Cáucaso, Georgia, los puertos del mar Negro, Feodosia, Sebastopol, Odessa, Jersón, explora los ríos Dnieper, Seimy, Oka ... acompañado en ocasiones por alguno de sus colaboradores. Esta ausencia, que dura meses, es aprovechada por sus enemigos, que le acusan de malversación de fondos de dinero públicos. Además al término del recorrido emite un crítico informe -*Rapport sur differents sujets relatifs aux voies de communication en Russie*-, que entrega personalmente al zar, en el que describe un desalentador panorama de la situación de las infraestructuras en el país. En respuesta al documento y muy molesto, el monarca, poco después, disminuye las inversiones en obras públicas de la Dirección General que dirigía Betancourt y, en 1822, le impone como superior a su pariente Alejandro de Wurtemberg, lo que supone una destitución de hecho. Poco después, dados los últimos retoques a las obras de la Feria de Nizhni Nóvgorod -muy afectado por el fallecimiento repentino de su hija más querida, Carolina- se retira, ya dimitido de sus cargos, de toda actividad profesional, apagándose sus días el 26 de julio de 1824. A su muerte su familia se traslada a París, salvo su hijo Alfonso que permanece en San Petersburgo donde desarrolla su carrera militar. Sin embargo, y a pesar de su triste fin, Betancourt es recordado y querido, y su legado respetado y conservado en España y Rusia, su país de adopción, como muestra el interés de las diversas personas e instituciones que con sus aportaciones han participado en la preparación de esta exposición. ●

REFERENCIAS

- (1) En adelante PGUPS
- (2) Museo Central del Transporte Ferroviario de San Petersburgo
- (3) Biblioteca de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid