

Betancourt

1758 - 1824



I ELS INICIS DE L'ENGINYERIA MODERNA A EUROPA



[...] L'objecte d'aquest establiment serà doncs l'ensenyament de la mecànica i l'arquitectura hidràulica, amb totes les aplicacions necessàries a la construcció de camins, ponts, canals, ia les altres obres i objectes particulars que tenen connexió amb ells: afegint-se á això la delineacion de plànols i demas que es requereix per a la perfecta instruccion. Per ser admesos a aquest ensenyament, els pretendents han de presentar memorial a l'Inspector general de camins expressant els estudis que hagin seguit anteriorment. Abans de ser admesos seran exâminados en aritmètica, àlgebra, geometria, trigonometria plana i esfèrica, seccions còniques, càlcul diferencial é integral, i en els principis de física experimental [...]

Fragment del text legal pel qual es crea
l'Escola de Camins i Canals
Gaceta de Madrid, 19 d'octubre de 1802

Betancourt

1758 - 1824

I ELS INICIS DE L'ENGINYERIA MODERNA A EUROPA

Camins.cat



Col·legi d'Enginyers
de Camins,
Canals i Ports

caminos



Colegio de Ingenieros
de Caminos,
Canales y Puertos



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES
Y MOVILIDAD SOSTENIBLE

VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO

MINISTERIO
DE LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

DEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS
Y EXPERIMENTACIÓN
DE OBRAS PÚBLICAS

CEHOPU

BETANCOURT (1758-1824)
I ELS INICIS DE L'ENGINYERIA MODERNA A EUROPA
EXPOSICIÓ

ORGANITZEN

Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo (CEHOPU), del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas O.A. y M.P. (CEDEX)
Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (CICCP)

COMISSARIA DE L'EXPOSICIÓ ORIGINAL

Ignacio González Tascón

PROJECTE I COORDINACIÓ

Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo (CEHOPU)

ANIMACIONES EN VÍDEO

Bosco, Alberto Luque

CATÀLEG

EDITEN

© Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas O.A. y M.P. (CEDEX):
Centro de Publicaciones. Secretaría General Técnica.
Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, 2024
© Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (CICCP), 2024

COORDINACIÓ

Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo (CEHOPU)

TEXTOS ORIGINALS

Ignacio González Tascón

Catàleg de Publicacions Oficials: <https://cpage.mpr.gob.es/>

Centro de Publicaciones del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible:
<https://cyp.mitma.gob.es/>

Servicio de Venta de Publicaciones del CEDEX: <https://ceh.cedex.es/tienda/>

DISSENY I PRODUCCIÓ EDITORIAL

DC 39 Bambalinas PC SL

© Els autors per als seus textos

© Les institucions i els fotògrafs per a les imatges

NIPO: 197-24-016-9

En aquesta publicació s'ha utilitzat paper certificat procedent de boscos gestionats de manera sostenible d'acord amb els criteris mediambientals de l'Administració General de l'Estat i amb les certificacions FSC, ISO 9001, ISO 14001

SUMARI

PRESENTACIONS	6
INTRODUCCIÓ	10
AGUSTÍN DE BETANCOURT, UN IL·LUSTRAT A CAVALL ENTRE DOS MONS	12

ÀREA I

BETANCOURT I L'ENGINYERIA CIVIL ESPANYOLA A L'EUROPA DE LA IL·LUSTRACIÓ	14
Orígens familiars i primera educació. Anys de formació a Madrid	16
El primer encàrrec oficial: l'informe científic sobre les mines d'Almadén	18
El Canal Imperial d'Aragó	20
Betancourt a França, un viatge a la modernitat. Els pensionats espanyols a París	23
La màquina de vapor de doble efecte i el telègraf òptic	26
La fundació de l'Escola de Camins i Canals. Betancourt i Lanz: una col·laboració per a un cèlebre tractat de mecànica	29
La fosa de canons de ferro de Yndrid	32
Els 'sacaròcrates' i el frustrat viatge a Cuba	34
Betancourt i Bauzá a Granada. El desencontre amb Godoy. La memòria sobre un nou sistema de navegació interior per a l'Acadèmia Francesa	36

ÀREA II

EL REIAL GABINET DE MÀQUINES	38
------------------------------	----

ÀREA III

UN HOME D'ACCIÓ A RÚSSIA	46
La fundació de l'Institut de Vies de Comunicació de Sant Petersburg.	
El Comitè de Construccions i Obres Hidràuliques. La Sala d'Exercicis Eqüestres de Moscou	48
La fàbrica de paper moneda de Sant Petersburg. La draga del port de Kronstadt. Betancourt, pontífex	53
La catedral de Sant Isaac i la columna d'Alexandre I	58
Betancourt, urbanista. La fira de Nizhni Nóvgorod	62
Inspecció de l'Imperi i la caiguda en desgràcia	64

CRONOLOGIA

AGUSTÍN DE BETANCOURT (1758 - 1824): LA SEVA VIDA, LA SEVA OBRA, EL TEMPS	67
--	----

El Centre d'Estudis i Experimentació d'Obres Públiques O.A. i M.P. (CEDEX) és un organisme autònom orgànicament adscrit al Ministeri de Transports i Mobilitat Sostenible que en depèn funcionalment i del de Transició Ecològica i Repte Demogràfic.

El CEDEX està especialitzat en la prestació de serveis d'assistència tècnica d'alt nivell tecnològic, en l'impuls del coneixement a través de les tasques de recerca, desenvolupament i innovació a totes les branques de l'enginyeria civil, així com en la transferència de coneixement.

A l'exercici de les seves funcions, aquest organisme dedica un esforç important a la valorització del patrimoni de l'obra pública a través del Centre d'Estudis Històrics d'Obres Públiques i Urbanisme (CEHOPU). De fet, entre els seus objectius, formalment recollits al seu estatut aprovat pel RD 1136/2002 de 31 d'octubre, figura la promoció i difusió de la ciència i la tecnologia mitjançant la investigació, estudiant, entre altres temes, algunes de les figures més rellevants de la història de l'enginyeria civil, treball aquest que es materialitza en forma d'exposicions i publicacions.

La mostra que ara es presenta en aquest marc competencial constitueix

una adaptació itinerant de l'exposició original comissariada pel nostre company Ignacio González Tascón el 1996, i neix com a resultat de la col·laboració amb el Col·legi d'Enginyers de Camins, Canals i Ports (CICCP), amb motiu de la commemoració del segon centenari de la mort d'Agustí de Betancourt (1758-1824).

Molt s'ha escrit sobre els aspectes personals i professionals de l'enginyer Betancourt i potser va ser el mateix González Tascón qui millor va sintetitzar l'abast d'aquesta figura, a la qual va qualificar de senyera, i va contemplar “amb admiració” per tractar-se, entre altres qüestions, del fundador de l'enginyeria civil moderna a Espanya i Rússia; fundador, a més, de l'Escola d'Enginyers de Camins i, per tant, responsable de la constitució i la professionalització d'un cos d'enginyers civils al servei de l'Estat, distanciant-se dels enginyers militars i dels antics enginyers del rei. A aquesta substantiva realitat cal afegir una polifacètica personalitat caracteritzada per altres qualitats, com la seva perícia tècnica i artística en el dibuix, la seva capacitat inventiva, la seva curiositat per estar al corrent de les darreres novetats tecnològiques, i la seva habilitat per prendre contacte

amb altres professionals estrangers i generar xarxes internacionals de coneixement científicotècniques.

Totes aquestes qualitats fan de Betancourt, sens dubte, una de les figures més importants en la història de l'enginyeria civil espanyola i, per tant, objecte merescut de constant estudi i difusió a través dels treballs del CEHOPU.

Aquesta nova itinerància, respectant l'estructura original, ofereix una visió cronològica de l'abast de la vida de Betancourt que queda dividida en tres grans blocs temàtics: dos dedicats a la seva etapa inicial, fonamentalment desenvolupada a Espanya, França i Anglaterra, i el tercer a la seva etapa posterior a Rússia. La mostra també s'enriqueix amb un bloc intermedi dedicat al Reial Gabinet de Màquines. Sens dubte, l'actualització d'aquesta exposició ofereix al visitant una nova oportunitat d'acostar-se a l'enginyeria civil espanyola a través del coneixement d'un dels seus exponents històrics més destacats.

Des d'aquestes línies vull manifestar el meu agraïment a l'equip de recerca i coordinació tècnica del CEHOPU que, fidel a la concep-

ció de l'exposició original, ha estat capaç de reprendre'n els continguts i el fil expositiu, afegint-se així a les activitats commemoratives de l'"Any Betancourt' impulsat pel Col·legi d'Enginyers de Camins, Canals i Ports. Voldria també fer arribar el meu agraïment tant al seu president com a les persones del seu equip que han participat amb nosaltres en aquesta aventura pel seu magnífic esperit de col·laboració.

Finalment, crec que és significatiu subratllar el paper de l'enginyeria civil en el progrés d'una societat i en la millora de la qualitat de vida, molt més enllà de la realitat física de les infraestructures i els serveis satisfets gràcies a aquestes. La figura de Betancourt, a través de la seva obra a Espanya i especialment a Rússia, és un exemple clar de la importància de fomentar la vertebració social i la construcció d'estructures organitzatives. Tenim la il·lusió que aquesta exposició itinerant serveixi d'estímul perquè el públic aprecii certament la importància de la nostra valuosa professió.

ÁUREA PERUCHO MARTÍNEZ
Directora del CEDEX

Entre el març i el juny del 2024, la Biblioteca Nacional d'Espanya, situada a la cèntrica plaça de Colom, va albergar l'exposició “Agustín de Betancourt 1758-1824. Fundador de l'Escola de Camins i Canals. Enginyer Cosmopolita”. Una trentena de mil persones van tenir l'ocasió de visitar-la i podem afirmar que s'ha fet un gran pas contra el desconeixement que el gran públic tenia sobre un personatge tan destacat de la Il·lustració.

Aquesta exposició incloïa peces originals cedides per diverses institucions i museus, com és la maqueta de la màquina de vapor de doble efecte procedent del Musée des Arts et Métiers de París, del segle XIX, o d'altres més modernes com les de la Sala d'Exercicis Equèstres de Moscou o la bastida per elevar les columnes de la catedral de Sant Isaac a Sant

Petersburg, totes dues procedents de la Col·lecció de Maquetes d'Història de les Obres Públiques del CEHOPU (CEDEX). Menció especial mereixen els documents de Betancourt amb plànols exquisidament delineats, com ara les *Memòries de les Mines d'Almadén* o els del projecte del Canal de Castella.

Als enginyers de camins ens va resultar especialment emocionant veure un exemplar original de la *Gaceta de Madrid* del 19 d'octubre de 1802, en què es convocaven els exàmens per accedir a l'Escola de Formació per a la Inspecció General de Camins. A la mateixa vitrina hi havia exemplars dels textos utilitzats pels grans autors de *l'École des Ponts et Chaussées*: Prony, Monge i Francoeur.

Per les condicions amb què les institucions cedeixen el seu material,

no ha estat possible que aquesta exposició fos itinerant, però el CICCIP no ha volgut deixar passar l'ocasió d'oferir a les seves demarcacions l'oportunitat d'ampliar el coneixement del nostre fundador al territori. cosa que, mitjançant un conveni amb el CEDEX, s'ha preparat una exposició itinerant basada en què el 1996 va comissariar l'enginyer de camins Ignacio González Tascón, mort el 2006, al Reial Jardí Botànic de Madrid.

Aquesta exposició permet seguir l'apassionant trajectòria vital d'Agustí de Betancourt, des del seu naixement al Port de la Creu el 1758 fins a la seva mort a Sant Petersburg el 1824. Els avatars de la seva vida van ser molts i diversos: va viure a París poc abans que esclatés la Revolució francesa, va sortir d'una Espanya que aviat

començaria la seva guerra de la Independència i va arribar a una Rússia que aviat lluitaria contra Napoleó.

Des del 14 de juliol de 1824 reposa al cementiri de Sant Petersburg, juntament amb la seva filla Carolina ia prop del gran matemàtic Leonhard Euler. A la seva tomba hi ha una senzilla llegenda que informa el visitant capaç de llegir el llatí: "Aquí jeu un home nascut a les illes Canàries".

Aquesta exposició, que ens permetrà saber més sobre el fundador del nostre Cos el 1799 i de la nostra Escola el 1802, ha estat possible gràcies a l'estreta col·laboració que és habitual entre el CEDEX i el Col·legi i l'empenta donada per aquest darrer des dels seus demarcacions.

MIGUEL ÁNGEL CARRILLO SUÁREZ
President del CICCIP

INTRODUCCIÓ

A l'Any Betancourt 2024, coincidint amb el bicentenari de la mort de l'enginyer Agustí de Betancourt (1758-1824), presentem, a proposta del Col·legi d'Enginyers de Camins, Canals i Ports (CICCP), un compendi de l'exposició Betancourt. Els inicis de l'enginyeria moderna a Europa, que va organitzar el Centre d'Estudis Històrics d'Obres Públiques i Urbanisme (CEHOPU-CEDEX) el 1996 amb el comissariat d'Ignacio González Tascón.

Aquesta proposta dóna així a conèixer la importància de Betancourt i les seves realitzacions materials, a més del context històric en què va viure. Insigne enginyer i inventor, gran viatger i artista de talent, la trajectòria humana i intel·lectual de Betancourt està recorreguda, de cap a peus, per una inesgotable curiositat, base de les seves substantives aportacions al món de la ciència i la tècnica del seu temps.

Vertebrada en un relat cronològic, aquesta exposició atén tres grans àmbits temàtics que encapsulen, essencialment, els interessos i la polifacètica carrera de Betancourt: Betancourt i l'enginyeria civil espanyola a l'Europa de la Il·lustració, El Reial Gabinet de Màquines i Un home d'acció a Rússia. L'exposició mostra un conjunt de maquetes i panells informatius que permeten a l'espectador valorar, entre altres coses, la rellevància de Betancourt i la modernitat. No obstant això, l'abast d'aquesta figura quintaessencial de la Il·lustració europea no s'esgota, sens dubte, en aquest recorregut ràpid.

No podríem concloure aquest homenatge degut al geni de Betancourt sense deixar de reivindicar l'actualitat, inherent a qualsevol clàssic, del seu llegat i, per extensió, d'aquell esperit il·lustrat que tan fecundament va inspirar el seu pensament i acció. Per això, no resulta difícil reconèixer a Betancourt el nostre contemporani, ja que és un clàssic que, parafrasejant Italo Calvino, “mai acaba de dir el que ha de dir”.



AGUSTÍN DE BETANCOURT, UN IL·LUSTRAT A CAVALL ENTRE DOS MONS

A Betancourt, com en tantes primeres intel·ligències, vida i destí es fonen de manera inextricable amb l'esperit dels temps, que no va ser cap altre que el de la plenitud de la Il·lustració. Pel cas d'Espanya, i gràcies a l'esforç de destacats reformadors il·lustrats ia l'encert en l'elecció d'un elenc de ministres capaços i de voluntat modernitzadora, el país va recuperar, sota el regnat de Carles III (1759-1788), un cert grau de estabilitat política i de progrés econòmic, demogràfic i científic. Només cal dir en aquest sentit que un crític i lúcid observador de la realitat del país com Jovellanos afirmava, a l'alçada del 1788, que el país estava camí, després dels revessos de la centúria anterior, de recobrar el seu prestigi i força material si continuava a el camí reformista.

Cal no oblidar que, encara aleshores, encara que per no gaire més temps, Espanya governava un immens i cobejat imperi colonial.

Per part seva, l'escena internacional venia marcada per processos i episodis de transformació radical dels quals Betancourt va ser, sens

dubte, un testimoni privilegiat, ja que van afectar el seu propi esdevenir professional i vital. La Revolució Industrial (1760-1840), primer, i la Revolució francesa (1787-1799), després, desencadenarien, en efecte, canvis estructurals i dislocacions que, d'alguna manera, prefiguraven el món que vindria a continuació. De fet, la segona d'aquelles va acabar derivant en la presa i consolidació del poder per Napoleó Bonaparte, que va continuar amb les guerres d'expansió iniciades durant el període revolucionari. L'extensió de les campanyes napoleòniques per Europa va generar una gran inestabilitat política i va provocar, entre altres coses, la fi de la Il·lustració espanyola i el sorgiment, segons el paradigma modernista, de la nació i el nacionalisme espanyols.

Aquest context marcadament disruptiu va forçar Betancourt, juntament amb altres circumstàncies, a traslladar-se definitivament a Rússia amb la seva família el 1808. Aleshores, Rússia ja era el centre d'un vast imperi continental i estava immersa en un accelerat procés de modernització



i occidentalització iniciat pel tsar Pere I (1682-1725), fundador, alhora, de la ciutat de Sant Petersburg, on s'establiria i treballaria el nostre enginyer. Contribuïa així Betancourt, simultàniament, al desenvolupament del seu nou país de residència i a estimular la cristallització d'unes xarxes transnacionals de coneixement preocupades pel foment de l'enginyeria civil.

En síntesi, tota aquesta època de fluxos i refluxos, de convulsions i

continuïtats, anunciava ja una altra de diferent que es deixava entreveure magistralment al començament d'*Història de dues ciutats* (1859), del novel·lista anglès Charles Dickens:

Era el millor dels temps, era el pitjor dels temps, l'edat de la saviesa i també de la bogeria; l'època de les creences i la incredulitat, l'era de la llum i de les tenebres; la primavera de l'esperança i l'hivern de la desesperació [...]

ÀREA I



Carlos III, de Manuel Salvador Carmona (grav.) i Anton Raphael Mengs (pint.), 1783 (Museu Nacional del Prado, Madrid).

BETANCOURT I L'ENGINYERIA CIVIL ESPANYOLA A L'EUROPA DE LA IL·LUSTRACIÓ

Fins ben entrat el segle XVIII, a Espanya no es van fer notar els efectes de la Revolució Científica i de la Il·lustració que s'estaven manifestant a diversos països europeus. Durant dècades Espanya va romandre allunyada dels grans corrents internacionals de pensament d'avantguarda i aliena a les innovacions tecnològiques que la ciència ofería. Certs governants i intel·lectuals del nostre país van intentar corregir aquesta circumstància, buscant l'acostament d'Espanya als països més avançats d'Europa. D'aquesta manera, la Il·lustració va arribar a Espanya a través de França, sense oblidar altres influències notables procedents d'Anglaterra, Centreeuropa i Itàlia.

Davant del palpable retard en què es trobaven les universitats del país, ancorades en molts casos en unes metodologies d'ensenyament antiquades, els il·lustrats es van agrupar en noves institucions, com ara les

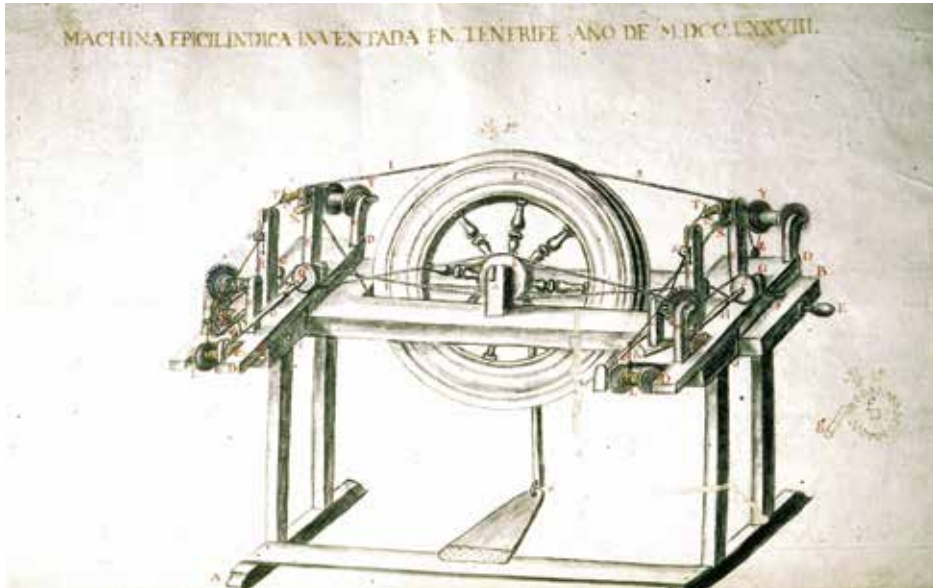
Societats Econòmiques d'Amics del País. Així mateix, els governants van promoure moderns centres de formació i coneixement, com la Reial Acadèmia Militar de Matemàtiques i Fortificació de Barcelona, on estudiaven els enginyers militars, el Reial Col·legi Militar d'Artilleria de Segòvia, on el químic francès Louis Proust va introduir la química moderna a Espanya, el Reial Seminari de Vergara, on estudiaven els fills dels nobles i dels funcionaris de l'Estat, el Reial Institut Asturià de Nàutica i Mineralogia de Gijón, establert per iniciativa de Jovellanos, o el complex científic madrileny integrat pel Reial Observatori Astronòmic, el Reial Jardí Botànic, el Reial Gabinet de Màquines i l'Escola de Camins i Canals. Aquesta última, potser la més ambiciosa i fecunda, va ser creada el 1802 per afany de Betancourt, incorporant el Reial Gabinet que havia estat establert el 1792.

ORÍGENS FAMILIARS I PRIMERA EDUCACIÓ. ANYS DE FORMACIÓ A MADRID

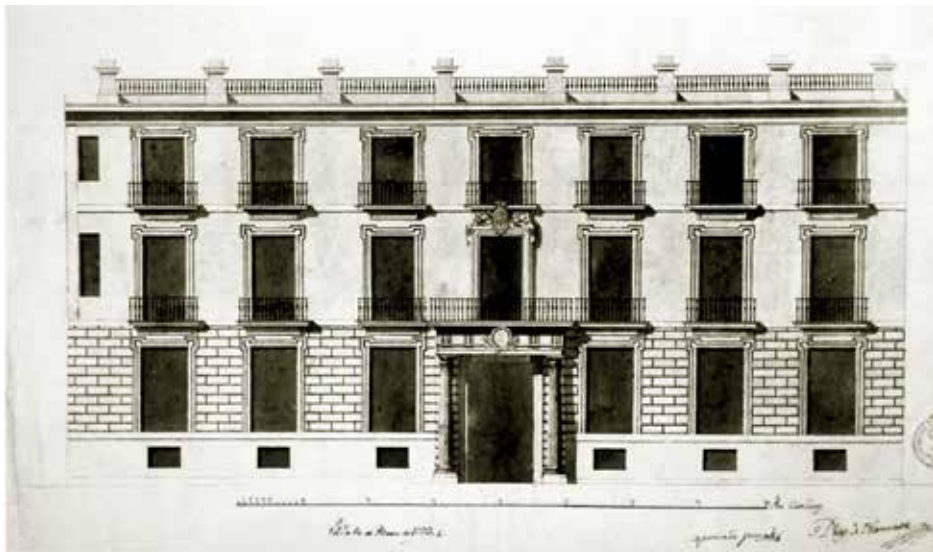
Agustín de Betancourt y Molina va néixer a Puerto de la Cruz (illa de Tenerife) l'1 de febrer de 1758, al si d'una família il·lustrada lligada a l'exportació de vins i a la incipient indústria tèxtil de l'illa. El seu pare, Agustí de Betancourt i Castro, pertanyia a la petita noblesa insular. La seva mare, Leonor de Molina i Briones, li va proporcionar una educació acurada, sent la seva primera professora de francès, idioma de vital importància per al futur professional del seu fill. L'excel·lent biblioteca familiar i el contacte primerenc amb la Reial Societat Econòmica d'Amics del País de La Laguna van contribuir a despertar el seu interès per la mecànica. Un cop finalitzada la seva educació a l'illa, el jove Agustín

de Betancourt es va traslladar a la Península el 1778 per obrir-se nous horitzons.

Pensionat per Carles III, Betancourt va continuar la seva formació científica als Reals Estudis de Sant Isidre, i artística a l'Acadèmia de Belles Arts de San Fernando; en aquesta darrera sota la direcció del pintor Mariano Salvador Maella, a qui sempre va considerar el seu mestre. Durant aquests anys a Madrid, Betancourt va anar augmentant la reputació. Les seves bones relacions a la cort li van valer ser nomenat, el 1782, apoderat de la Societat Econòmica de La Laguna a la capital, càrrec que va ocupar només fins al 1783, ja que en breu va marxar a París per ampliar els seus estudis.



Màquina per entorchar. Disseny dels germans Maria i Agustín de Betancourt (Reial Societat Econòmica d'Amics del País de Tenerife).



Reial Acadèmia de Belles Arts de San Fernando, de Diego Villanueva, 1773 (Cal·lografia Nacional).

EL PRIMER ENCÀRREC OFICIAL: L'INFORME CIENTÍFIC SOBRE LES MINES D'ALMADÉN

Amb tan sols 25 anys, Betancourt rep la primera comissió oficial per part del ministre Floridablanca: fer una visita tècnica a les mines de mercuri d'Almadén, de gran importància estratègica per a la Corona. Durant aquest viatge de reconeixement Betancourt s'atura a Toledo, on observa els històrics enginys per pujar les aigües del Tajo a la ciutat.

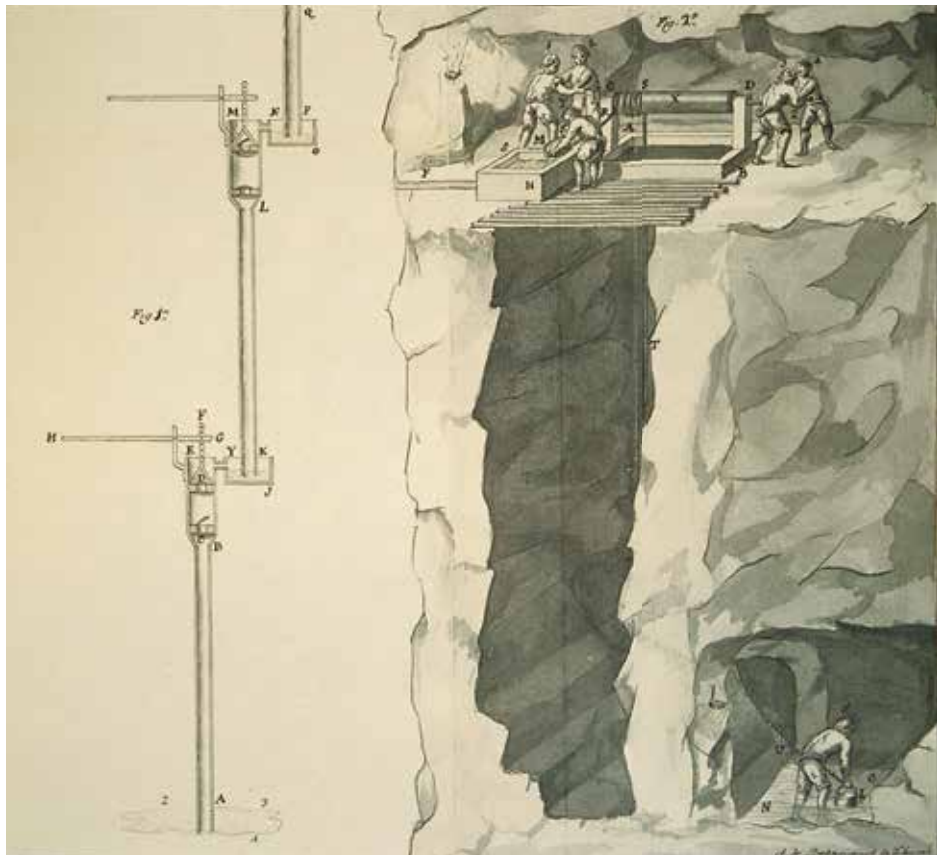
Fruit de la seva visita d'inspecció van ser tres interessants memòries, datades el 1783, que constitueixen avui, tant pel contingut com per la magnífica qualitat dels seus dibuixos, una de les principals fonts per al coneixement de la tecnologia minera i metal·lúrgica del moment. Aquest va ser el seu primer i únic treball relacionat amb la mineria, ja que aviat orientaria la seva vida professional cap a l'enginyeria civil i la mecànica.

Probablement, aquests informes sobre les mines d'Almadén van ser molt valorats per la Corona, ja que l'any següent el comte de Floridablanca va recomanar al ministre



Retrat de José Moñino, comte de Floridablanca, de Antonio Guerrero (dib.) y Juan Carrafa (grav.), 1791 (Calcografía Nacional).

d'Índies, José de Gálvez, l'establiment de Betancourt a París per ampliar els estudis científics i tècnics. Previ a aquest viatge, se li va encarregar un altre projecte de gran rellevància: l'estudi i l'avaluació de les obres del Canal Imperial d'Aragó.



Sistema per treure l'aigua de les mines, a *Primera Memoria...*, de Agustín de Betancourt, 1783 (Biblioteca Nacional d'Espanya).

EL CANAL IMPERIAL D'ARAGÓ

La construcció d'aquesta gran obra d'enginyeria es remunta a temps de l'emperador Carles V. El 1529, amb el nom de Sèquia Imperial, es va aprovar el projecte presentat per Gil Morlanes per derivar les aigües de l'Ebre a l'alçada de Fontellas (Navarra) i estendre els regs per la zona. En anys següents es van construir un assut de carreuat, la Casa de Comportes, coneguda com a palau

de Carles V, i un canal amb capacitat per regar unes cinc mil hectàrees.

Abandonada aquesta empresa durant molt de temps, es va reprendre novament al segle XVIII amb la finalitat de convertir el canal en una via navegable d'aproximadament 125 quilòmetres. Es responia així a l'interès estès entre els il·lustrats de millorar les comunicacions i els transports per mitjà de la construc-



Obres de l'aqüeducte del riu Jalón al Canal Imperial d'Aragó, de Gregorio Sevilla, Luis Chimioni i Fernando Martínez, 1779 (Arxiu General del Ministeri de Transports i Mobilitat Sostenible).



Retrat de Ramon de Pignatelli y Moncayo, de Francisco de Goya, 1790-1791 (Museu de Belles Arts de Saragossa).

ció de canals de navegació interior que, a més, podien utilitzar-se per al regadiu. Entre el 1776 i el 1790, sota la direcció del canonge aragonès Ramon de Pignatelli i Moncayo, es van executar les principals obres,

entre les quals destacava l'aqüeducte del Xaló, acabat el 1782.

A la primavera de 1784, amb motiu de l'execució de les obres del canal, Betancourt és comissionat, juntament amb el seu amic i paísà Alonso de Nava i Grimón per, de camí a França, visitar les obres i avaluar els danys que una fortaavinguda havia causat mesos abans a la presa del Bocal. Després del reconeixement, tots dos van emetre un informe –il·lustrat amb plànols del mateix Betancourt– en què se subratllava la tasca de Pignatelli i la qualitat de l'obra acabada de l'aqüeducte del Jalón. Aquesta oportunitat va posar Betancourt en contacte amb una de les grans obres hidràuliques de l'època.

Acabat aquest treball, Betancourt va prosseguir el seu viatge per instal·lar-se a França, on ampliaria la seva formació a l'École des Ponts et Chaussées de París, a les hores el centre de formació d'enginyers més prestigiós del món.



Pont-aqüeducte sobre el riu Jalón (Alagón, Saragossa)

A finals del segle XVIII, les obres del Canal Imperial d'Aragó van tenir un fort impuls gràcies al director Ramón de Pignatelli. Sota el seu mandat es va dur a terme, entre altres èxits, la construcció de l'aqüeducte sobre el riu Jalón, acabat el 1782. Projectat per l'il·lustre enginyer hidràulic i arquitecte Julián Sánchez Bort, es proposa una estructura de doble ús que travessa ortogonalment la llera del riu. Consta de quatre voltes escarçades i rasant horitzontal amb una longitud total de 50 metres i una llum lliure de 9 metres a cada va. Remataven el conjunt dos fortins que albergaven escales, una amb forma de cargol que permetia baixar fins als peus del mur del pont i una altra que, majestuosa, s'estenia fins a la ribera del riu.

Col·lecció de Maquetes d'Història de les Obres Públiques (CEHOPU-CEDEX)

BETANCOURT A FRANÇA, UN VIATGE A LA MODERNITAT. ELS PENSIONATS ESPANYOLS A PARIS

Establert a París la primavera de 1784, Betancourt inicia un llarg i fecund període a la seva vida que s'estendria fins a l'estiu de 1791, amb un breu viatge a Anglaterra el 1788. En col·lecció de documents i maquetes relacionats amb l'enginyeria civil europea. EstParís va dirigir un important grup de pensionats espanyols, que en poc temps van reunir una esplèndida i conjunt constituiria el fonament del futur Reial Gabinet de Màquines. Gràcies al seu do de gent i intel·ligència, Betancourt es

va guanyar l'amistat d'alguns dels científics i enginyers francesos més notables del moment, entre ells l'enginyer de camins Jean-Rodolphe Perronet, innovador en el camp de la construcció de ponts i director de *l'École des Ponts et Chaussées*.

Alhora, l'ambaixador d'Espanya a França, el comte d'Aranda, encarrega a Betancourt la redacció d'una memòria important relativa a l'obtenció del carbó de cok mitjançant la destil·lació de l'hulla, assumpte de gran interès per a la metal·lúrgia

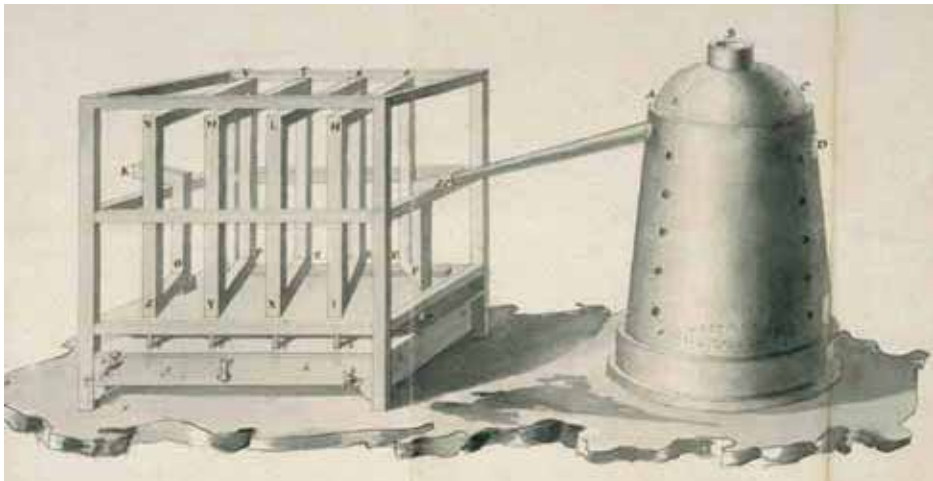


El descobriment del pont de Neuilly, d'Hubert Robert, 1772-1775 (Musée Carnavalet, París).

del moment. La *Memoria sobre la purificación del carbón de piedra, y modo de aprovechar las materias que contiene*, publicada el 1785, va ser enviada per Aranda a Oviedo l'any següent perquè la nova tecnologia s'aprofités a les mines d'hulla asturianes. Agraïda, la Reial Societat Econòmica d'Amics del País d'Astúries va nomenar Betancourt soci de mèrit.



Retrat de l'enginyer Jean-Rodolphe Perronet (Biblioteca de l'Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports, Madrid).



Model d'un forn proposat per Betancourt per a la purificació del carbó de pedra, a *Memoria sobre la purificación del carbón de piedra, y modo de aprovechar las materias que contiene*, d'Agustín de Betancourt, 1785 (Col·lecció privada).



Model de forn proposat per Betancourt per a la purificació del carbó pedra

A Espanya, els primers alts forns s'introdueixen en època tardana, en bona mesura per l'excel·lent qualitat del tradicional ferro de forja que es treballava a les grans foses i ferreries establertes des de mitjans del segle XVII, les quals empraven carbó vegetal com a combustible i rodes hidràuliques per accionar les grans manxes o barquins de bufar. El carbó de pedra –hulla, sobretot– no es podia utilitzar com a combustible als alts forns, ja que les seves impureses feien que, amb gran freqüència, la fonadora resultés trencadissa i de pobra qualitat. A mitjans del segle XVIII s'introdueixen forns tancats per fabricar el cok en substitució del sistema a l'aire lliure, introduït a Anglaterra des de principis de segle. A la seva *Memòria* de 1785, Betancourt va descriure diversos forns d'aquest tipus que s'empraven a Irlanda i a París, proposant finalment un nou model propi, en què substitueix la forma interior de paraboloides per una cilíndrica més senzilla.

Col·lecció de Maquetes d'Història de les Obres Públiques (CEHOPU-CEDEX)

LA MÀQUINA DE VAPOR DE DOBLE EFECTE I EL TELÈGRAF ÒPTIC

A més dels seus treballs de recerca i recopilació duts a terme a París, Betancourt, acreditat per la Corona d'Espanya, va viatjar a Anglaterra per conèixer de primera mà els avenços tecnològics que s'hi estaven produint. Al novembre de 1788 va visitar Birmingham, capital de la Revolució Industrial, per conèixer el gran invent desenvolupat per James Watt i Matthew Boulton: la màquina de vapor de doble efecte. Davant la negativa d'aquests de mostrar-li les noves màquines, de les quals a penes existien notícies a França, Betancourt va tornar a Londres, on va poder observar, molt ràpidament, part d'una als *Albion Mills* de Blackfriars.

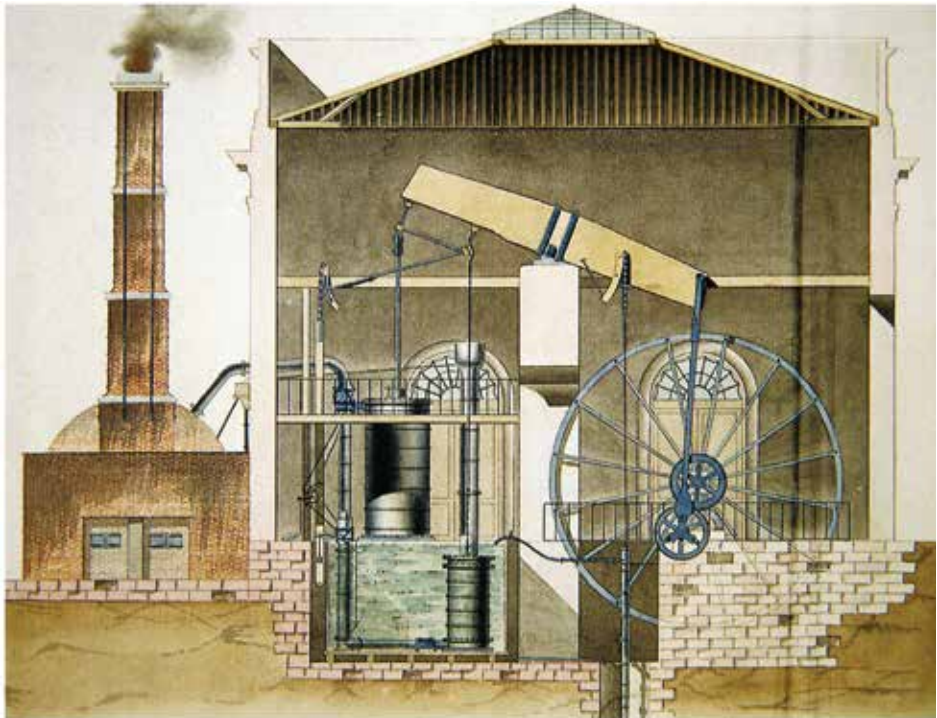
En tornar a París, el desembre de 1788, Betancourt va començar a treballar en el disseny d'aquestes noves màquines de vapor. Al desembre de 1789 va presentar a l'Acadèmia de Ciències francesa el seu *Mémoire sur une machine à vapeur à double*

effet, en què dona compte dels últims avenços anglesos, ja finals de 1790 la *Mémoire sur la force expansive de la vapeur de l'eau*. Betancourt va contribuir així que la màquina de vapor de doble efecte es difongués amb rapidesa per tot Europa i, per tant, a la generalització del complex fenomen de la Revolució Industrial.

Una altra innovació de gran rellevància va consistir en un nou model de telègraf òptic, superior al que havia implantat a França l'inventor Claude Chappe. El desenvolupar Betancourt amb la col·laboració del seu amic Abraham-Louis Breguet, renomeado rellotger, amb qui presentar la *Mémoire sur un nouveau télégraphe et quelques idées sur lan lague télégraphique* al Directori de la República.

El telègraf Betancourt-Breguet no es va instal·lar a França, encara que sí a Espanya, funcionant el 1800 una línia entre Madrid i Aranjuez, on residia la cort a l'estiu.

LA MÀQUINA DE VAPOR DE DOBLE EFECTE I EL TELÈGRAF ÒPTIC



Màquina de vapor de doble efecte, a *Dessins d'architecture hydraulique et machines...*, d'Agustín de Betancourt, 1784-1790 (Biblioteca de l'École Nationale des Ponts et Chaussées).



Telègraf òptic

El telègraf òptic és degut a la invenció de l'enginyer francès Claude Chappe. El 1794 Chappe implanta les seves primeres torres telegràfiques per comunicar París amb Lille. El 1796 Betancourt i el rellotger Abraham-Louis Breguet desenvolupen un nou model de telègraf òptic superior al de Chappe, si bé mai va arribar a implantar-se a França per oposició del propi Chappe. A Espanya, tot i que es va projectar establir una línia de telegrafia òptica entre Madrid i Cadis, només es van arribar a construir quatre torres telegràfiques entre Madrid i Aranjuez.

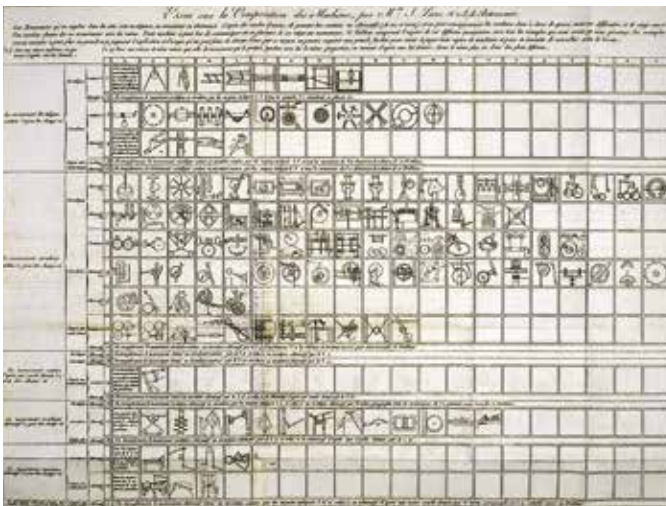
Col·lecció de Maquetes d'Història de les Obres Públiques (CEHOPU-CEDEX)

LA FUNDACIÓ DE L'ESCOLA DE CAMINS I CANALS. BETANCOURT I LANZ: UNA COL·LABORACIÓ PER A UN CÈLEBRE TRACTAT DE MECÀNICA

Amb l'objectiu de millorar els transports terrestres i fluvials a Espanya, es va crear el 1799 la Inspecció General de Camins i Canals, el primer titular del qual, José Naudín i Guzmán, comte de Guzmán, va promoure la incorporació de tècnics competents per conformar aquest centre. Al desembre de 1801 el va succeir al càrrec Betancourt, qui, a més de reorganitzar aquest centre, va donar un nou impuls a la construcció de camins més funcionals i barats. En matèria hidràulica va desenvolupar una ingent activitat, visitant

el Canal de Castella i la Sèquia del Jarama.

El catastròfic trencament de la presa de Ponts, el 30 d'abril del 1802, que va causar més de sis-centes víctimes mortals a Llorca (Múrcia), va ser aprofitat per Betancourt per impulsar la creació d'un nou centre especialitzat a formar tècnics en enginyeria civil. Es va fundar el 1802, i va ser anomenat inicialment Estudis de la Inspecció General de Camins i Canals, encara que l'any següent, per decisió de Betancourt, va passar a anomenar-se Escola de Camins i Ca-



Taula amb l'exposició dels diferents moviments existents a les arts mecàniques, a *Essai sur la composition des machines*, de José Maria de Lanz i Agustí de Betancourt, 1808 (Fundació Juanelo Turriano).



El trencament de la presa de Ponts (Lorca, Múrcia) vista des d'aigües avall, de José Martínez Sánchez, 1866-1867 (Arxiu Ruiz Vernacci, Institut del Patrimoni Cultural d'Espanya).

nals, nom que va mantenir fins a 1835 (actualment es denomina Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports). Aquest nou centre d'ensenyament va prendre com a model l'*École des Ponts et Chaussées*, i va incorporar com a part experimental el Reial Gabinet de Màquines.

Formaven part de l'equip docent el matemàtic i físic crioll José María de Lanz, coautor amb Betancourt del més important tractat de màquines de principis del segle XIX, *L'Essai sur la composition des machines*, i el tècnic i economista Juan López de Peñalver, el seu col·laborador més proper al Reial Gabinet de Màquines. Un altre dels professors pioners va ser l'astrònom i matemàtic José Chaix. L'*Essai* va ser publicat a París el 1808

per la prestigiosa *École Polytechnique*. Amb una excel·lent acollida, va ser reeditat i ampliat per Lanz el 1819, i posteriorment el 1840, quan ja tots dos autors havien mort. Es va traduir a l'anglès el 1820 i el 1822, i a l'alemany el 1829. No va conèixer en canvi edició espanyola fins a la seva traducció el 1990.

A més, Betancourt va fer servir les dues primeres edicions franceses per a la formació dels seus alumnes a l'Institut de Vies de Comunicació de Sant Petersburg. Primer tractat de cinemàtica industrial a la història de l'enginyeria europea, va ser durant mig segle un text de referència a les principals escoles tècniques d'Europa, figurant amb ple dret entre les grans obres clàssiques de la mecànica.



Presa de Ponts (Lorca, Múrcia)

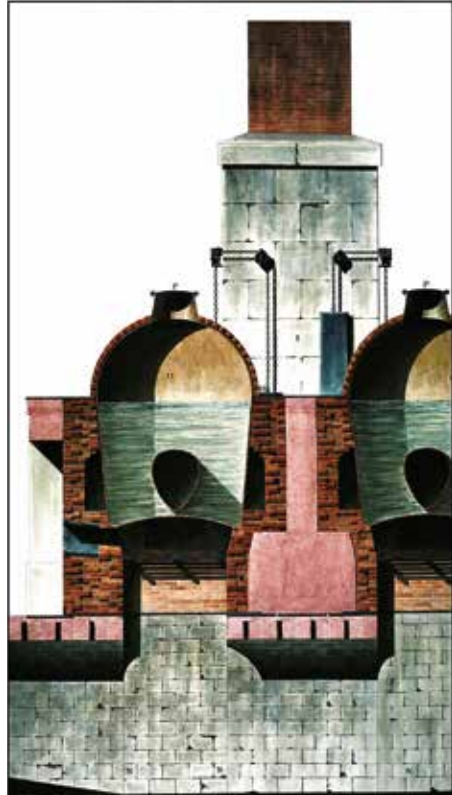
A instàncies del comte de Floridablanca, el 1785 es va iniciar la construcció de les preses de Valdeinfierno i Ponts per regar amb les aigües del riu Guadalentín els camps de Lorca (Múrcia). A l'abril de 1802, la presa de Ponts va patir un col·lapse per sifonament, causant l'enfonsament del parament. Aquest esdeveniment –l'esfondrament va provocar més de sis-centes víctimes mortals–, juntament amb el trencament recent de la presa del Gasco, va causar una enorme frustració i incertesa. Després de la desgràcia provocada per la ruïna de la presa de Puentes, Betancourt va fer un viatge d'inspecció a la zona per examinar les causes d'aquest accident. A la tornada va presentar el seu cèlebre *Informe sobre els Pantans i Advertiments que s'han de fer a Llorca*, amb el qual aconseguiria convèncer les altes instàncies de l'Estat de la necessitat d'obrir una escola d'enginyers de camins i canals per a la formació de tècnics altament especialitzats per a la construcció de les obres públiques de l'Estat. El 19 d'octubre del 1802 es convoquen els primers exàmens d'ingrés per als Estudis de la Inspecció General de Camins i Canals, considerat l'inici de l'Escola de Camins promoguda per Betancourt i dirigida per ell en els primers anys.

Col·lecció de Maquetes d'Història de les Obres Públiques (CEHOPU-CEDEX)

LA FOSA DE CANONS DE FERRO DE YNDRID

El 1789, després de tornar d'Anglaterra a França, després de descobrir l'existència d'una nova màquina de vapor de doble efecte desconeguda a la resta del món, Betancourt està en les millors condicions per informar la Marina espanyola dels últims avenços tecnològics aconseguits a les grans fonderies de canons de França. Redacta així una notable memòria titulada *Descripció de l'establiment de Yndrid*, on fonen i escombren els canons de ferro per a la Marina Reial de França, que s'incorpora al Reial Gabinet de Màquines del Bon Retiro.

A les foses de l'illa de Yndrid, situada a la llera del Loira, prop de Nantes, s'emprava com a matèria primera vells canons inservibles, que es fragmentaven per introduir els trossos resultants en alts forns abans de refundre'ls. Per facilitar el transport dels pesats canons fins a aquell lloc, Yndrid comptava amb un sistema avantguardista consistent en uns carrils de ferro sobre els quals es movien carros proveïts de rodes de fosa. Amb tots aquests avenços, la factoria de Yndrid arribava a escombrar uns 150 canons a l'any,



Forn i caldera per a la fosa de canons, a *Descripció de l'establiment de Yndrid...*, d'Agustín de Betancourt, 1791 (Reial Biblioteca de Palau, Madrid).

producció que Betancourt va millorar en eficiència amb la instal·lació d'una màquina de vapor de simple efecte. La descripció de la fosa de Yndrid va ser potser el darrer treball realitzat per Betancourt durant el seu període de formació a França.



Màquina per trencar canons

Atès que a Yndrid s'empraven com a matèria primera vells canons inserbibles, la primera operació que es realitzava consistia a fragmentar-los per poder així introduir els trossos als alts forns i procedir a la seva refosa. Per això es recorria a una grua potent que els deixava caure des d'una gran alçada, trossejant-se amb l'impacte. Després es fonien en sòlid i s'escombraven en fred, utilitzant la força de les mareas.

Col·lecció de Maquetes d'Història de les Obres Públiques (CEHOPU-CEDEX)

ELS 'SACARÒCRATES' I EL FRUSTRAT VIATGE A CUBA

Nus estratègic del comerç gràcies a les condicions que oferia la badia de l'Havana, l'activitat econòmica de Cuba es va anar orientant, al llarg de la segona meitat del segle XVIII, al cultiu de la canya de sucre, competint amb èxit als mercats internacionals. Això va permetre l'ascens d'un grup social enriquit amb els negocis del sucre, els sacaròcrates, que no van trigar a cridar l'atenció sobre la necessitat de transportar, a preus raonables, el sucre que moltes vegades es produïa en factories disperses i allunyades de La Havana.

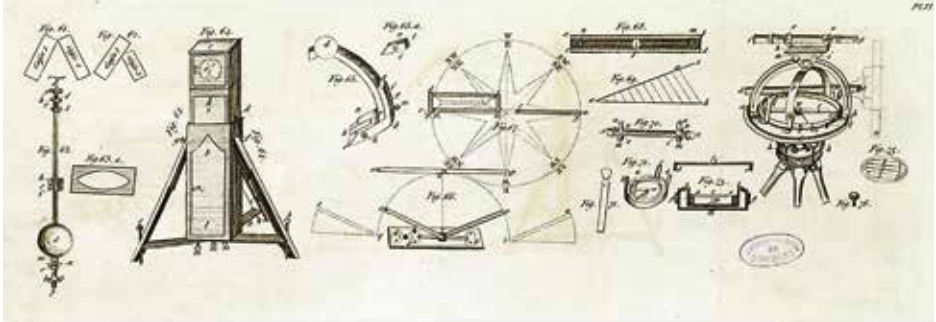
Per dinamitzar aquesta indústria, fins aleshores moguda per bous i esclaus, les autoritats de l'illa van sol·licitar a la metròpoli ajuda per a la construcció de nous enginys. En resposta a aquesta petició, Carles IV va designar els millors tècnics disponibles, entre ells Betancourt i dos dels seus estrets col·laboradors, José

María de Lanz i Bartolomé Sureda. A Betancourt se li va assignar la millora dels camins i la construcció del canal de navegació de Güines; a Lanz, el reconeixement de la badia de Guantánamo; ia Sureda, la còpia de plànols i la participació en els treballs topogràfics.

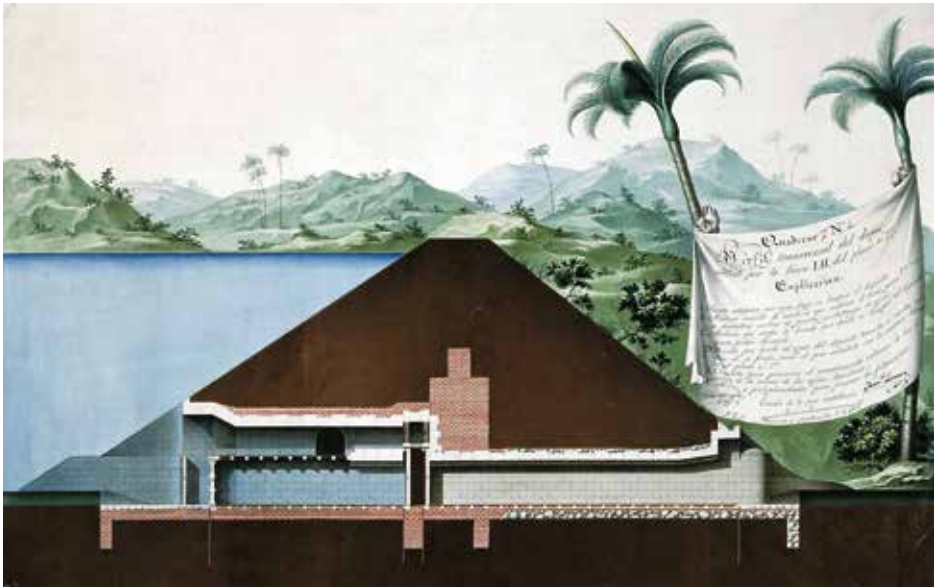
Per a aquesta expedició van fer una notable recollida, a Londres i París, del material tècnic que planejaven utilitzar a Cuba. Cap dels tres, però, i per diferents raons, arribaria a Cuba.

El vaixell en què viatjava Betancourt, que s'havia embarcat al port de La Corunya el 8 de juny de 1797, va ser capturat per una fragata anglesa i conduït a Lisboa, on es van requisar tots els materials que amb tant esforç s'havien reunit per a aquesta expedició. Al cap de poc, Betancourt va tornar a Madrid per reiniciar les seves activitats, quedant per a l'oblit l'experiència d'ultramar

LOS 'SACARÓCRATAS' Y EL FRUSTRADO VIAJE A CUBA



Instruments d'astronomia, geodèsia i física fets a Londres per ordre de la Cort d'Espanya, de Jean Hyacinthe Magellan, 1780 (Arxiu General de Simancas).



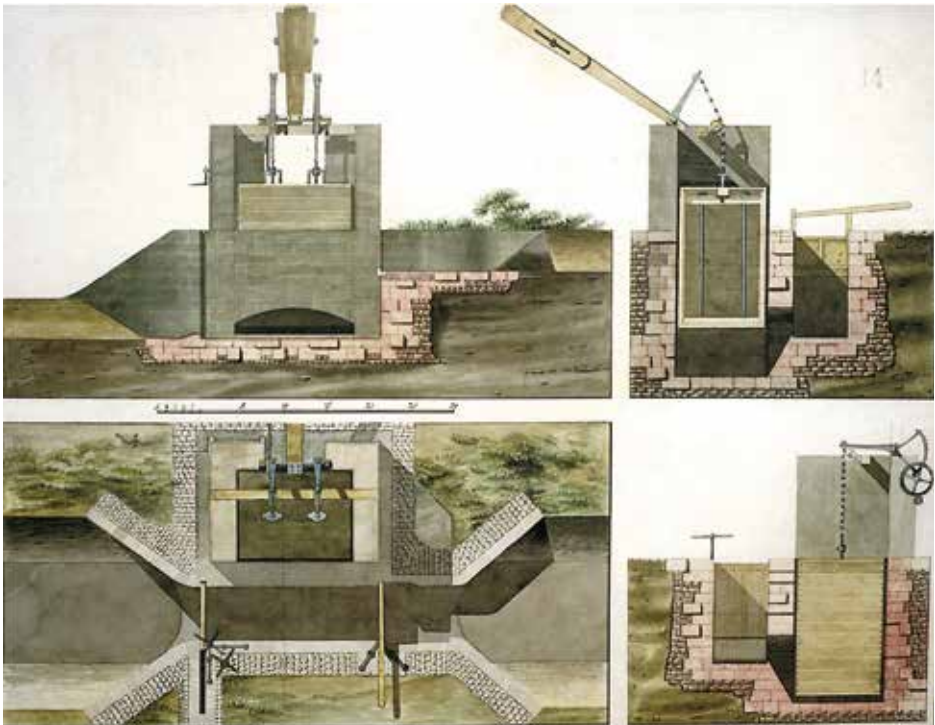
Perfil del dic del canal de Güines, de Félix i Francisco de Lemaur, 1801 (Museu Naval, Madrid).

BETANCOURT I BAUZÁ A GRANADA. EL DESENCONTRE AMB GODOY. LA MEMÒRIA SOBRE UN NOU SISTEMA DE NAVEGACIÓ INTERIOR PER A L'ACADÈMIA FRANCESA

El 1803, el llavors favorit i totpoderós Manuel Godoy, Príncep de la Pau, va encarregar a Betancourt la regulació de les aigües del riu Genil al seu pas per Granada per evitar les periòdiques inundacions que patia el Soto de Roma, una extensa i fèrtil finca de regadiu que li havia donat Carles IV el 1795. Aquell mateix any Betancourt va realitzar un reconeixement del riu i va redactar un informe tècnic, on recomanava prohibir els cultius al curs alt del riu, plantar franges d'arbrat paral·lel a les ribes i construir el sifó de Jotayar, eliminant els rústics assuts que obstaculitzaven el flux de les aigües. Aquestes obres, executades per Rafael Bauzá sota la direcció de Betancourt, haurien donat el seu fruit si Godoy no hagués retirat la confiança d'aquest projecte, posant al capdavant de les obres enginyers militars, enfrontats per qüestions de competència professional amb els nous enginyers de camins i canals.

El deteriorament de les relacions entre Betancourt i Godoy, d'una banda, i el caire ombrívol que prenien els esdeveniments polítics a nivell internacional, de l'altra, van fer que l'enginyer espanyol considerés la idea d'abandonar Espanya. Al llarg del 1806 i primers mesos del 1807 Betancourt va liquidar les seves possessions a Espanya, entre elles la Reial Fàbrica de Cotó d'Àvila que havia comprat al Ministeri d'Hisenda. Al maig de 1807 va abandonar definitivament Espanya i se'n va anar a París, ciutat on comptava amb molts i bons amics. A París, mentre feia gestions per trobar una nova feina, Betancourt va redactar la *Mémoire sur un nouveau système de navigation intérieure*, en què presentava un dispositiu que permetia estalviar temps i economitzar aigua en el pas de les embarcacions per les rescloses.

La innovació i el mèrit de Betancourt residien sobretot en la millora

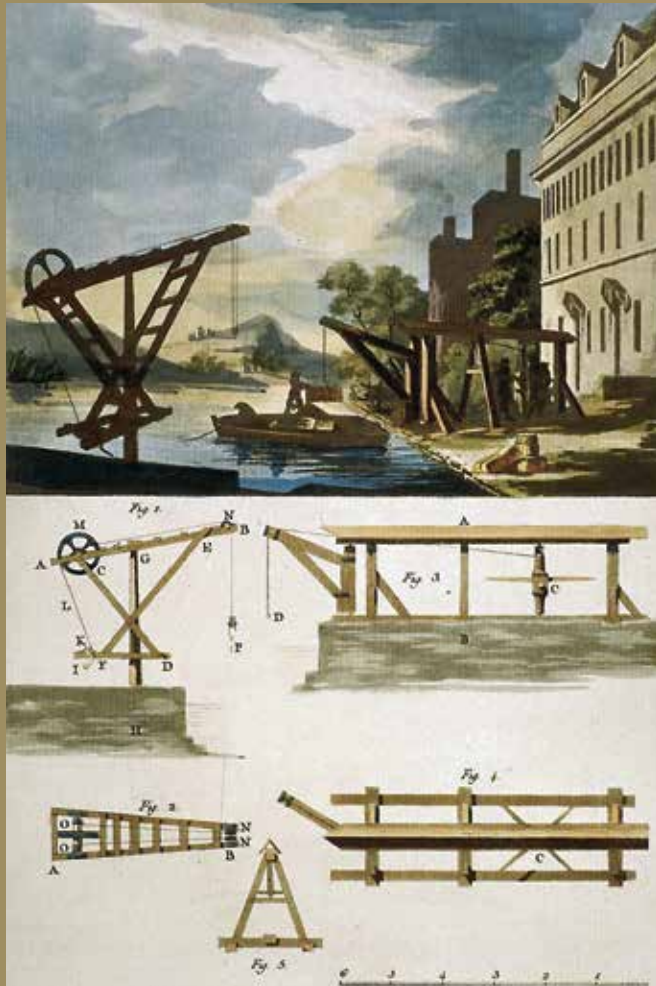


Rescloa de émbolo-buzo, en *Mémoire sur un nouveau système de navigation intérieure*, de Agustín de Betancourt, 1808 ((Universitat Estatal de Vies de Comunicació, Sant Petersburg).

del sistema d'èmbol-bus, de gran senzillesa, que podia ser manejat per una sola persona. Aquesta memòria, presentada a l'Acadèmia de Ciències de París a l'agost de 1807, va ser aprovada al mes següent, essent

publicada el 1808, quan l'enginyer canari ja havia iniciat una nova vida a Rússia al servei del tsar Alexandre I. L'invent de Betancourt va tenir una àmplia ressonància als mitjans científics internacionals.

ÀREA II



Disseny de grua per al port de Maó, Eivissa, d'Agustí de Betancourt, en *Descripción de las Máquinas de más general utilidad que hay en el Real Gabinete de ellas establecido en el Buen Retiro*, de Juan López de Peñalver, 1798 (Biblioteca de la Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports, Madrid).

EL REIAL GABINET DE MÀQUINES

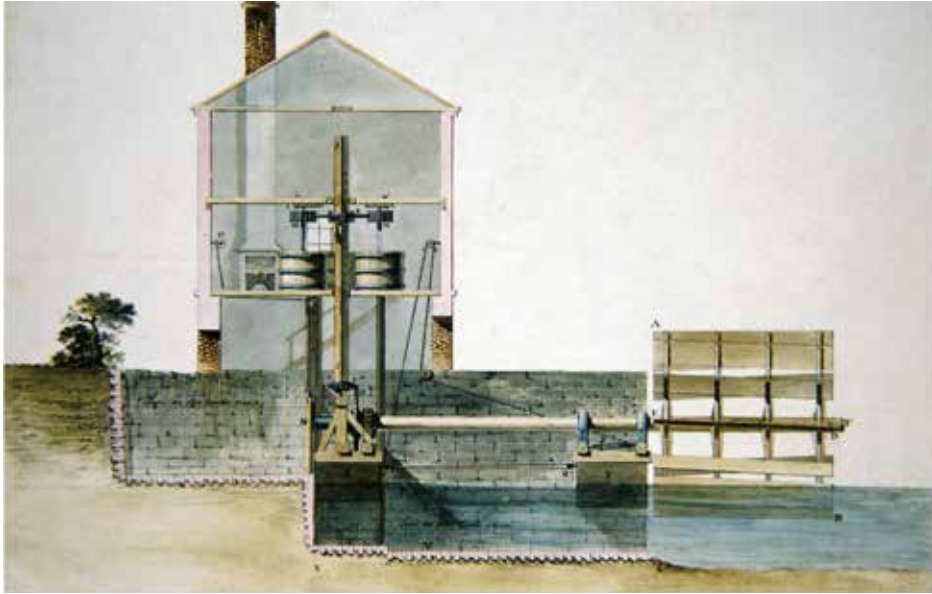
Tan aviat com Betancourt s'instal·la a París al capdavant d'un grup reduït de pensionats, s'inicia la recopilació d'un conjunt de plànols, maquetes de màquines i memòries científiques que exposen l'enginyeria més avantguardista d'Europa, donant origen a la formació del que més tard constituïria el Reial Gabinet de Màquines de Madrid. Aquesta magnífica col·lecció, com les formades a l'Europa de l'època, tenia com a finalitat facilitar un coneixement enciclopèdic de la professió a l'enginyer d'obres públiques.

La col·lecció –270 models, 359 plànols i 99 memòries relatius a l'enginyeria civil i la mecànica– es va traslladar des de París a Madrid en 42 grans calaixos que van arribar a la destinació l'estiu del 1791. En no comptar amb un edifici de nova creació, el Reial Gabinet es va instal·lar en uns salons del palau del Buen Retiro de Madrid. Després d'uns mesos de gran activitat, es va obrir al públic l'1 d'abril del 1792.

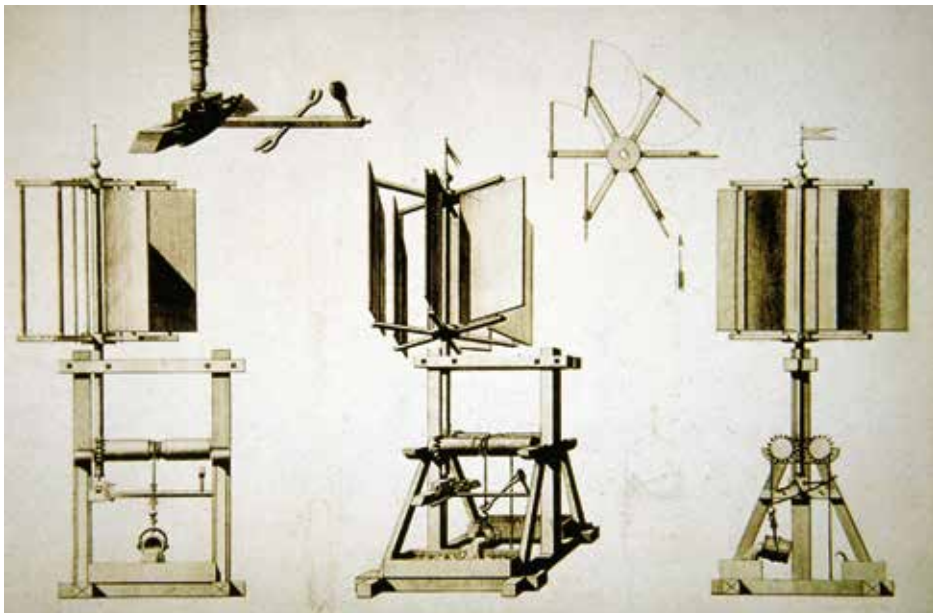
En els primers mesos del 1793 es va incorporar al centre un dels seus principals artífexs, Juan López de Peñalver, que va publicar el 1794 el *Catálogo del Real Gabinete de Máquinas*. Anys més tard, el 1798,

López de Peñalver publicaria també la *Descripción de las Máquinas de más general utilidad que hay en el Real Gabinete de ellas establecido en el Buen Retiro*. Altres figures de rellevància van ser el maquetista Antonio Álvarez i l'artista Bartolomé Sureda. El 1802, amb la creació del centre docent anomenat Estudis de la Inspecció General de Camins i Canals, el Reial Gabinet cobra gran importància com a centre educatiu on es duen a terme les classes experimentals dels alumnes.

La invasió d'Espanya pels exèrcits napoleònics el 1808 va tenir greus conseqüències per a les col·leccions del Reial Gabinet. Per tal de protegir aquestes últimes, es va procedir a traslladar-les a la 'Real Academia de Bellas Artes de San Fernando' per, més tard, ser transportades de nou al Buen Retiro, on van patir les primeres pèrdues. Es porten llavors al palau de Buenavista, tot esperant millors temps. El 1815 surten de Buenavista i es porten als locals que tenia al carrer del Turc –avui marquès de Cubas– la 'Real Sociedad Económica Matritense de Amigos del País'. Al seu nou emplaçament es realitza un nou inventari que reflecteix els greus danys causats per la guerra, la incúria i l'oblit.



Molí per moldre pedernal en una fàbrica de pisa, d'Agustí de Betancourt, a *An 18th Century Engineer's Sketch Book*. *William Reynolds Book* (Science Museum, Londres).

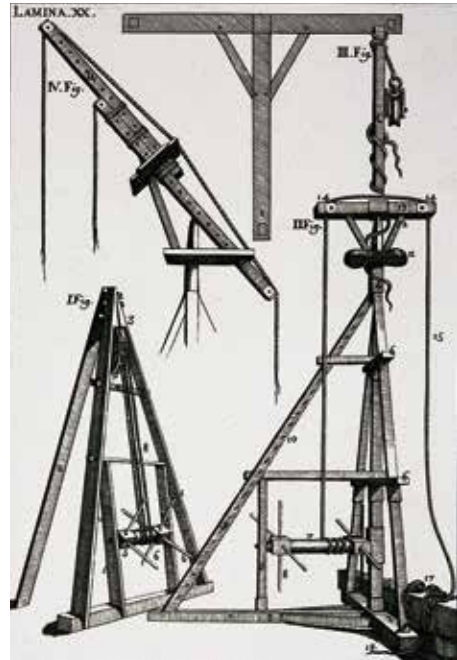


Molí de vent, d'Agustí de Betancourt, 1784, a *An 18th Century Engineer's Sketch Book*. *William Reynolds Book* (Science Museum, Londres).

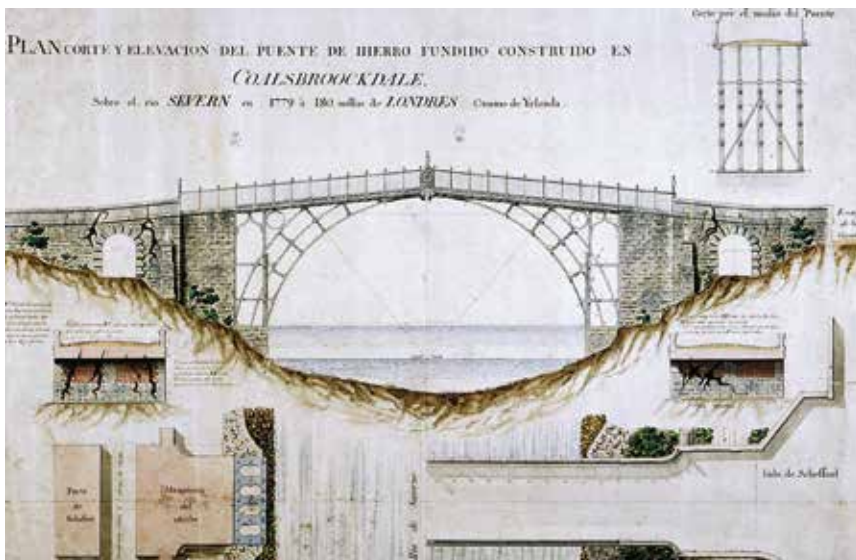
EL REIAL GABINET DE MÀQUINES



Bartolomé Sureda y Miserol, de Francisco de Goya, 1803-1804 (National Gallery of Art, Washington D.C.).



Màquina d'aixecar pesos (Calcografia Nacional).



Pont de ferro fos sobre el riu Severn, a Coalbrookdale, comtat de Shropshire, Regne Unit, 1777-1779. Van dirigir la seva construcció John Wilkinson i Abraham Darby (Biblioteca Nacional d'Espanya).



Molí eòlic per elevar aigua

Aquest enginy ja apareix recollit al primer *Catàleg de la col·lecció de Models, Plans i Manuscrits del Reial Gabinet de Màquines* (1792) elaborat per Betancourt. Inclòs amb el número 153 a l'apartat relatiu a “Bombes i màquines per elevar l'aigua”, ve descrit com “una màquina moguda pel vent (les aspes de les quals són verticals) per treure aigua d'un pou per mitjà de dos Càntirs que pugen i baxen alternativament. Inventada per Dn. Agustí de Betancourt”. Aquest complex invent també seria referit a l'Essai sud la composition des machines (1808) de Betancourt i Lanz, representat a la làmina 5 sota la numeració M7'.



Martinet per a la clava de pilons

La fonamentació mitjançant pilotatge era imprescindible en terrenys poc consistents, utilitzant-se tant en la construcció d'assuts o rescloses com a les obres portuàries i de ponts. Per fonamentar obres tan complexes s'utilitzaven, a la clava dels pilons, martinets tradicionals en què la maça anava guiada per assegurar un impacte precís sobre el cap del pilot, sovint recoberta amb una caputxa metàl·lica. L'hissat dels martinets, generalment manual, es duia a terme mitjançant una gruixuda maroma de la qual llençaven diversos operaris alhora. A partir del segle XVIII van començar a emprar-se martinets proveïts de solta automàtica de maça. El Reial Gabinet de Màquines comptava amb models de martinets més avantguardistes, com els que va dissenyar Perronet per a la construcció dels ponts de Sainte-Maxence i Neully a França.

Col·lecció de Maquetes d'Història de les Obres Públiques (CEHOPU-CEDEX)



Politja per aixecar grans pesos

El talent de Betancourt per a totes les arts mecàniques i la seva preocupació per les tècniques constructives troben un reflex fidel a les col·leccions del Reial Gabinet. Bastides, tècniques de fonamentació hidràulica, grues i politges per aixecar grans pesos utilitzades en la construcció de ponts, martinetes per a la clava de taulells i pilons, o serres hidràuliques capaces de tallar aquests elements sota l'aigua, constitueixen alguns exemples d'aquest tipus de maquinàries i tècniques.

Col·lecció de Maquetes d'Història de les Obres Públiques (CEHOPU-CEDEX)



Construcció d'un pont segons el sistema de Jean-Rodolphe Perronet

Betancourt va recollir al Reial Gabinet de Màquines les innovacions més importants que va posar a punt a França el seu mestre Jean-Rodolphe Perronet. Al camp de la construcció de ponts, la gran aportació de Perronet va ser entendre que les empentes horitzontals que els arcs transmeten a les piles s'equilibren una vegada que el pont ha estat acabat. D'aquesta manera, les piles podien fer-se més esveltes i els arcs molt més rebaixats, a condició de descimbrar tots els arcs alhora, mantenint així les empentes equilibrades durant la fase constructiva del pont.

Col·lecció de Maquetes d'Història de les Obres Públiques (CEHOPU-CEDEX)

ÀREA III



El tsar Alexandre I (Universitat Estatal de Vies de Comunicació, Sant Petersburg).

UN HOME D'ACCIÓ A RÚSSIA

Després d'haver perdut la confiança de Manuel Godoy a causa d'unes obres al Soto de Roma, propietat del Príncep de la Pau, Betancourt abandona el país acompanyat de la seva dona i els seus fills. Poc abans de finalitzar 1807, Betancourt es troba a Sant Petersburg per reunir-se amb el tsar Alexandre I en audiència privada amb la intenció, probablement, d'acordar la seva entrada com a enginyer al seu servei.

Després de visitar diverses indústries russes durant el primer trimestre del 1808, Betancourt va tornar a París a finals de maig, on va romandre fins al setembre. A mitjans d'aquest mes, i després de rebutjar les ofertes que li va fer Napoleó Bonaparte, Betancourt i la seva família van abandonar París per instal·lar-se definitivament a Sant Petersburg, capital de l'Imperi rus. A finals de 1808 ja es troba al servei del tsar Alexandre I, ingressant a l'exèrcit amb el grau de general, per

ser destinat al Departament de Vies de Comunicació. Una col·locació generosament remunerada, lluny dels conflictes bèl·lics que aleshores assolarien Espanya i bona part d'Europa.

Aleshores, Rússia es trobava en ple desenvolupament, i a la seva capital, Sant Petersburg, una extensa ciutat portuària en construcció —la seva fundació s'havia produït tot just un segle abans—, hi havia sectors socials amb sensibilitat cap a la cultura científica i artística d'Occident.

Amb amplis espais disponibles i amb una topografia sense relleus acusats, Sant Petersburg estava ben comunicada amb l'interior del país mitjançant una important xarxa de canals i vies fluvials, destacant com un gran centre comercial i de transports.

Amb el favor del tsar, Betancourt projectarà i executarà aquí un gran nombre d'obres, aconseguint una transformació important de la professió de l'enginyeria en aquest país.

LA FUNDACIÓ DE L'INSTITUT DE VIES DE COMUNICACIÓ DE SANT PETERSBURG. EL COMITÈ DE CONSTRUCCIONS I OBRES HIDRÀULIQUES. LA SALA D'EXERCICIS EQÜESTRES DE MOSCOU

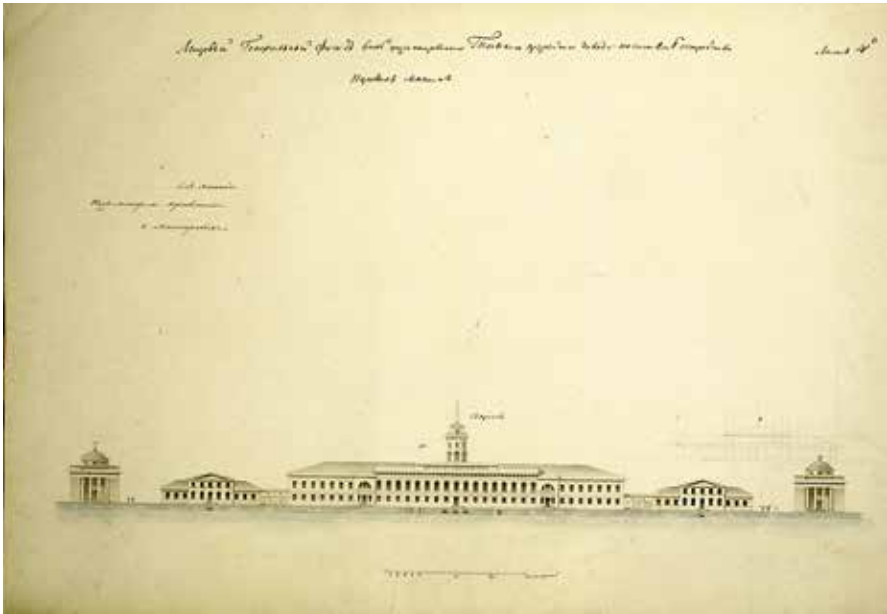
Entre els primers treballs de Betancourt per al tsar va estar la modernització de la fàbrica de canons de Tula, de capital importància per a la indústria militar russa. Aprofitant els seus profunds coneixements sobre les màquines de vapor de doble efecte, va projectar la substitució de les rodes hidràuliques de la fàbrica incorporant aquesta tecnologia, que permetia accionar amb facilitat les barrenes que perforaven els canons de ferro fosos en sòlid.

Una de les primeres preocupacions de Betancourt a Rússia va ser crear una escola d'enginyeria civil moderna, anàloga a l'Escola de Camins i Canals que havia fundat a Madrid el 1802.

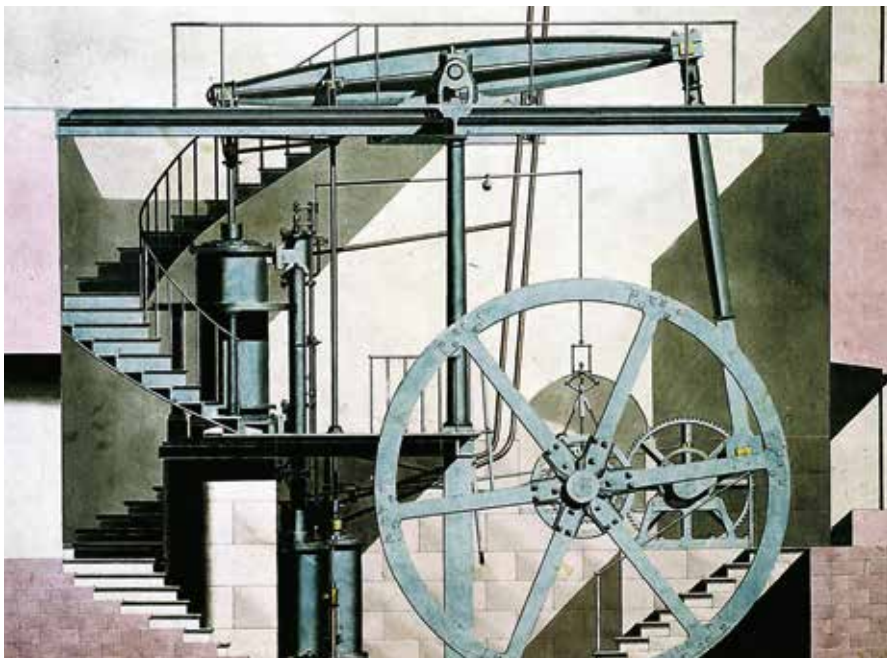
Així i, després d'establir-se a Sant Petersburg, va promoure la creació, el 1809, del Cos d'Enginyers de Vies de Comunicació, del qual va ser nomenat inspector, i va ser ascendit, immediatament després, al càrrec de tinent general de l'Exèrcit rus. També

a instàncies de Betancourt es va crear, a finals d'aquest darrer any, l'Institut de Vies de Comunicació, amb algunes diferències del que havia fundat anteriorment a Madrid. Les classes al nou institut, repartides en quatre cursos, es feien en francès, llengua ben coneguda per la burgesia i l'aristocràcia russes. Iniciades al novembre de 1810, van ser suspeses durant la guerra contra Napoleó. Finalitzada la guerra, després de la reobertura de l'institut, Betancourt va seguir de prop els seus plans d'estudi, introduint noves matèries i contractant professors estrangers.

En aquests mateixos anys, Rússia viu una època de gran activitat que es va materialitzar en la construcció de grans obres públiques. El 1816, Betancourt rep l'encàrrec personal del tsar d'organitzar el Comitè de Construccions i Obres Hidràuliques, les atribucions del qual passaven per millorar el traçat dels carrers, urbanitzar els suburbis, netejar i cuidar els canals i aixecar nous ponts. Es trac-



Façana principal de la fàbrica d'armes de Tula, a *Àlbum de dibuixos...*, de V. Fedoseev, 1830 (Universitat Estatal de Vies de Comunicació, Sant Petersburg).



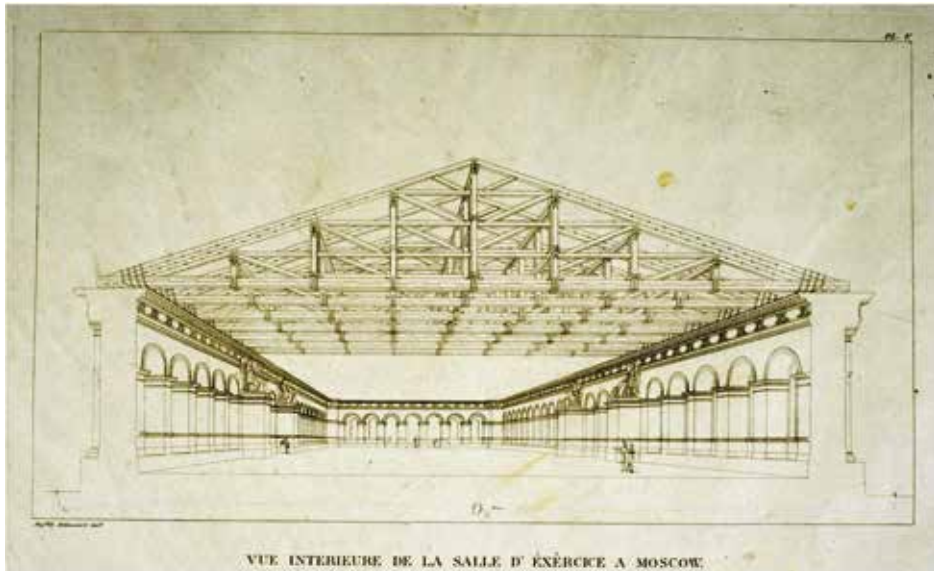
Màquina de vapor a la fàbrica d'armes de Tula, a *Àlbum de dibuixos...*, de V. Fedoseev, 1830 (Universitat Estatal de Vies de Comunicació, Sant Petersburg).

tava, al capdavant, de vetllar pel bon funcionament de la ciutat i per la seva renovació urbana. El mateix tsar va suggerir crear, dins d'aquest organisme, el Comitè d'Arquitectura, presidit per Betancourt, que desenvoluparia una tasca notable en la planificació de la capital, Sant Petersburg.

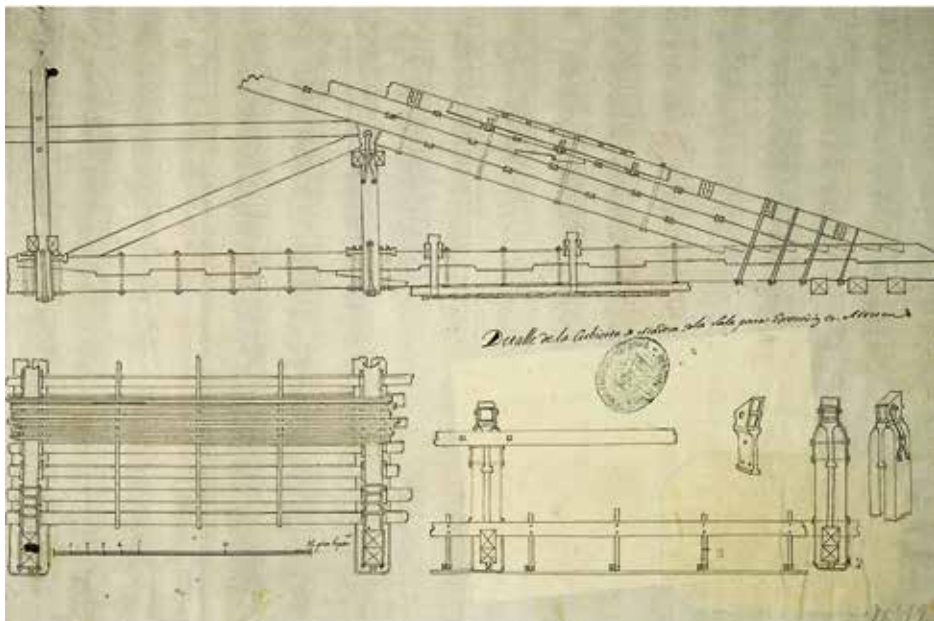
Alhora, i en reconeixement a l'heroic comportament del poble de Moscou –que va incendiar i va abandonar la seva ciutat, deixant els ocupants francesos sense abrigo ni aliments davant del terrible fred hivernal que s'apropava–, Alexandre I va decidir passar uns quants mesos del 1817 i el 1818 a Moscou, acompanyat de la seva família i la cort.

Per poder comptar amb una sala d'equitació, va encarregar a Betan-

court la construcció d'un nou edifici. Aquest va dissenyar una construcció rectangular molt senzilla, de gust neoclàssic, que el tsar va aprovar immediatament. La Sala d'Exercicis Equestres va ser construïda ràpidament gràcies a la col·laboració de l'enginyer Lev Lvovich Charbonnier, de manera que el tsar va poder gaudir de les noves instal·lacions el desembre de 1818. El més notable de l'edifici, i la contribució més important de Betancourt, va ser l'estructura de la coberta, realitzada a base de grans encavallades de fusta unides mitjançant peces de fosa de ferro, que salvaven sense suports una llum de 160 peus (al voltant de 45 metres), la més gran assolida fins aleshores a tot l'Imperi.



Perspectiva de les encavallades dissenyades per Agustí de Betancourt per a la coberta de la Sala d'Exercicis Eqüestres de Moscou (Biblioteca de l'Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports, Madrid).



Detall de la coberta de fusta de la Sala d'Exercicis Eqüestres de Moscou (Servei Històric Militar).



Sala d'Exercicis Eqüestres de Moscou (Rússia)

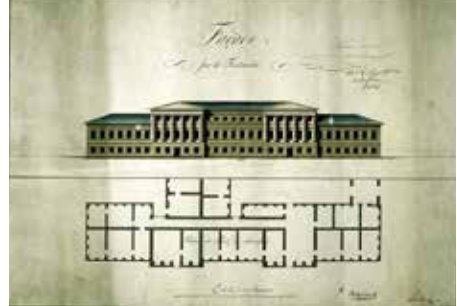
Durant l'hivern de 1817, el tsar Alexandre I va encarregar a Betancourt l'execució d'una sala d'exercicis eqüestres a Moscou perquè les tropes poguessin exercitar-se. Betancourt va dissenyar un senzill edifici de gust neoclàssic, del qual destacaven les extraordinàries dimensions de la coberta, realitzada a base de grans encavallades de fusta unides mitjançant peces de fosa de ferro, que salvaven sense suports una llum de 160 peus (al voltant de 45 metres), la major aconseguida fins llavors en tot l'Imperi rus. Les obres es van executar amb rapidesa i el tsar va poder gaudir de les seves instal·lacions el 2 de desembre del 1818.

Col·lecció de Maquetes d'Història de les Obres Públiques (CEHOPU-CEDEX)

LA FÀBRICA DE PAPER MONEDA DE SANT PETERSBURG. LA DRAGA DEL PORT DE KRONSTADT. BETANCOURT, PONTÍFEX

Els coneixements profunds de Betancourt sobre mecànica van trobar un ampli camp d'aplicacions a Rússia. Dues de les seves principals aportacions van ser la nova fàbrica de paper moneda i la màquina per dragar el port de Kronstadt, totes dues a Sant Petersburg. Després de la derrota de Napoleó, el tsar va encarregar a Betancourt el disseny artístic del nou paper moneda i la construcció d'una fàbrica moderna per imprimir-los. El 1816 Betancourt ja havia dissenyat un elegant edifici neoclàssic a la vora del canal Fontanka, ocupant-se igualment d'organitzar els departaments de fabricació de paper, de la impremta i de la seva maquinària. Betancourt va ser també artífex indirecte de la Casa de la Moneda de Varsòvia, destruïda durant la Segona Guerra Mundial, que allotjava màquines de vapor dissenyades per Betancourt per encunyar monedes.

Una altra obra que posa en relleu la seva perícia al camp de la mecànica va ser la màquina construïda per dra-

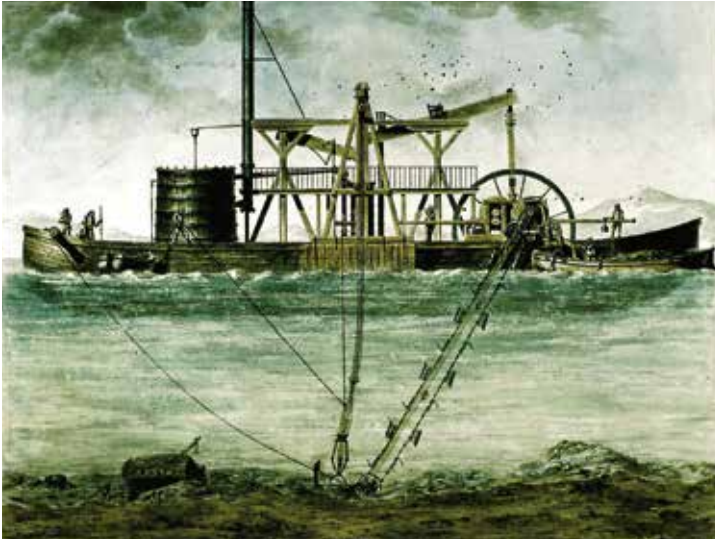


La fàbrica de Goznak vista des del riu Fontanka, d'Agustín de Betancourt, 1816 (Museu Fàbrica de Paper Moneda Goznak, Sant Petersburg),



Vista de la Casa de la Moneda de Varsòvia (Polònia), obra de l'arquitecte polonès Pedro Aigner. És probable que Betancourt intervingués en els treballs de disseny.

gar els aterraments del port de Kronstadt, una illa fortificada que defensava l'entrada per mar de Sant Petersburg. Betancourt va proposar al tsar el 1810 la construcció d'una potent draga



Draga per netejar el port de Kronstadt, d'Agustí de Betancourt (Universitat Estatal de Vies de Comunicació, Sant Petersburg).

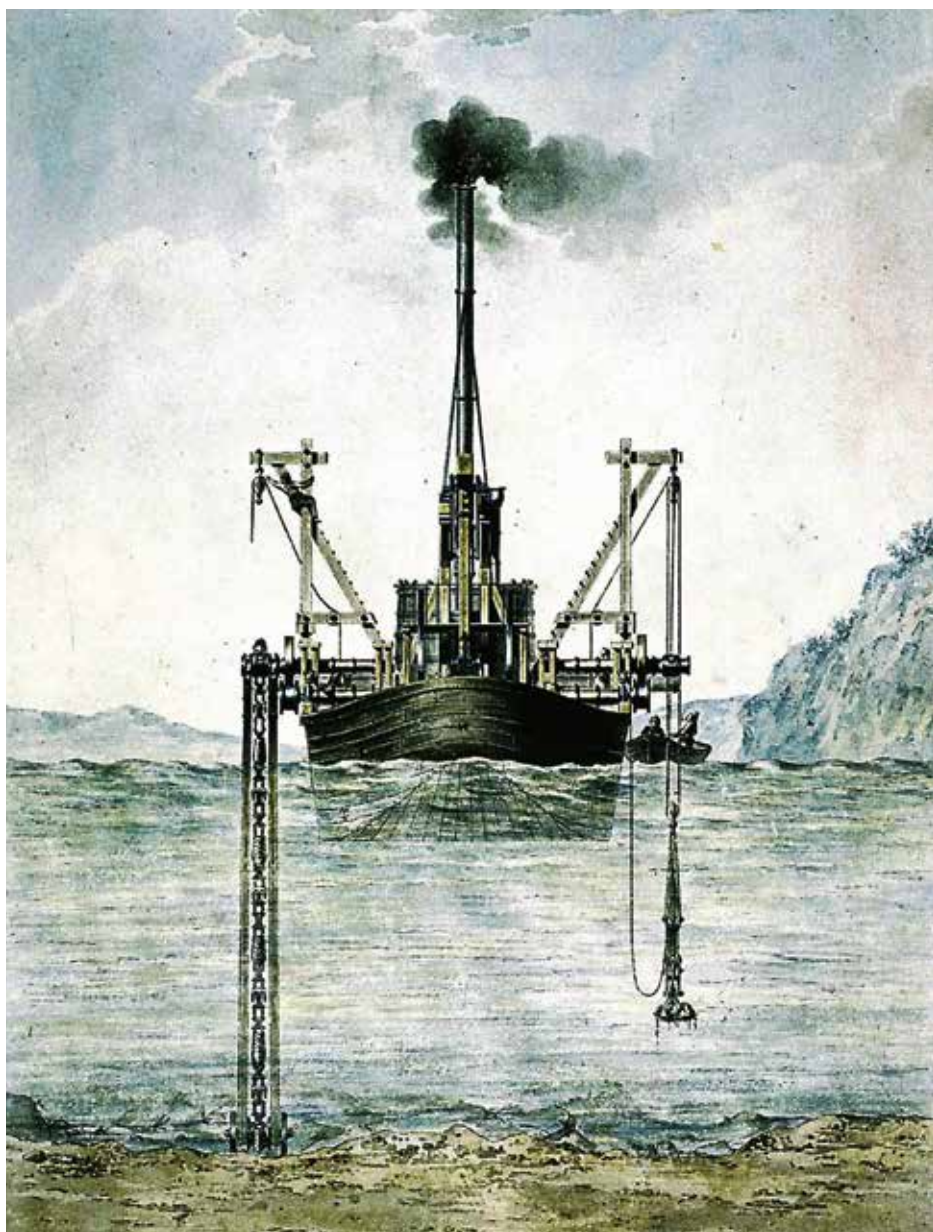


Illa de Kronstadt, al golf de Finlàndia, prop de Sant Petersburg, 1856 (Servei Geogràfic de l'Exèrcit).

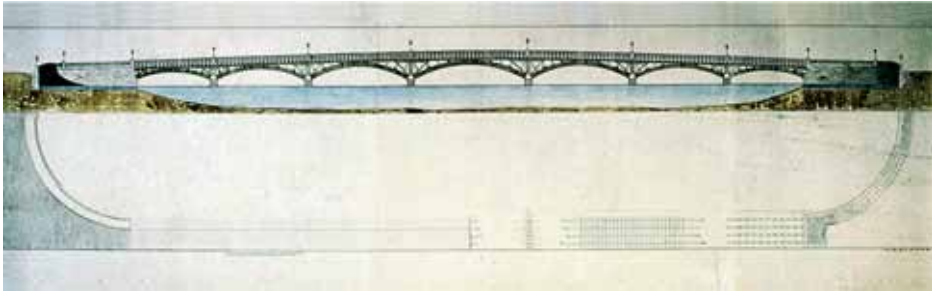
accionada per una màquina de vapor. Es va fabricar sota la seva direcció, entrant en funcionament el 1812. El seu èxit va ser tal que va funcionar

sense problemes fins al 1820, any en què se li van fer algunes reparacions.

Durant la seva estada a Rússia, Betancourt va projectar i construir



Elevació de la màquina per netejar els ports de mar, vista de front, d'Agustín de Betancourt (Universitat Estatal de Vies de Comunicació, Sant Petersburg).



Pont de Kamennostrovskii sobre el Petit Nevká, a Sant Petersburg, d'Agustín de Betancourt, 1811 (Universitat Estatal de Vies de Comunicació, Sant Petersburg).



Vista general i detalls constructius del pont de barques de Sant Isaac projectat per Agustín de Betancourt a Sant Petersburg, Plans, profils, vues perspectives et détails du pont des bateaux de Saint-Isaac exécuté sur la grande Néva à Saint-Isaac à Saint-Petersbourg in 1820 (Biblioteca de l'École des Ponts et Chaussées).

ponts molt notables, emprant materials i tècniques constructives molt variades. El singular emplaçament de Sant Petersburg, a la vora del riu Neva, constituïa un repte per a la construcció de ponts estables a causa

de la inconsistència dels fons fluvials. Dins de les realitzacions més importants executades a Sant Petersburg, cal destacar un pont sobre el Petit Nevká, anomenat *Kamennostrovskii*, construït el 1811.



Màquina de tallar herba a rius i canals

Donada la seva extensió, resultava fonamental per a l'Imperi rus comptar amb una bona xarxa de comunicacions fluvials. Durant el regnat del tsar Alexandre I es va potenciar la seva atenció i desenvolupament, Betancourt es va encarregar de projectar i supervisar nombrosos treballs d'aquesta naturalesa: molls i embarcadors per a l'atrancament de les embarcacions, murs de contenció en terrenys cenagosos, rescloses per salvar els desnivells, màquines per dragar els canals i segar les herbes que dificultaven la navegació, etc. També va impulsar la construcció dels primers vaixells accionats per màquines de vapor, encarregant a l'enginyer francès Pierre-Dominique Bazaine, un dels seus col·laboradors més estrets, que posés els mitjans necessaris perquè aquests nous vaixells navegessin pel Volga.

Col·lecció de Maquetes d'Història de les Obres Públiques (CEHOPU-CEDEX)

LA CATEDRAL DE SANT ISAAC I LA COLUMNA D'ALEXANDRE I

Betancourt també va tenir un paper important en la construcció de la catedral de Sant Isaac, a Sant Petersburg, projectada el 1817 per un dels seus col·laboradors, l'arquitecte francès Auguste de Montferrand. Aquest darrer va venir recomanat a Betancourt pel seu amic Abraham-Louis Breguet, famós rellotger suís. L'emplaçament privilegiat de la catedral, al cèntric barri de l'Almirallat, als terrenys compresos entre el

Gran Neva al nord i el canal de Moika al sud, feia d'aquestes obres una fita monumental de la gran ciutat.

Montferrand va confeccionar un petit àlbum amb 24 dibuixos que Betancourt va presentar al tsar, sent els dissenys del seu gust. Durant 1817 Montferrand va perfilar el projecte definitiu, un monumental temple amb planta de creu grega, de 105 metres de longitud i 90 d'amplada, coronat per una gran cúpula que



Pedreres a Ruskiala, Finlàndia, d'on s'extreien els monòlits emprats en la construcció de la catedral, a *Église cathédrale de Saint-Isaac...*, d'Auguste de Montferrand, 1845 (Universitat Estatal de Vies de Comunicació, Sant Petersburg).

LA CATEDRAL DE SANT ISAAC



Elevació de la columna d'Alexandre I, a *Plans et detalls del monument consacré a la memòria de l'Empereur Alexandre*, d'Auguste de Montferrand, 1836 (Universitat Estatal de Vies de Comunicació, Sant Petersburg).



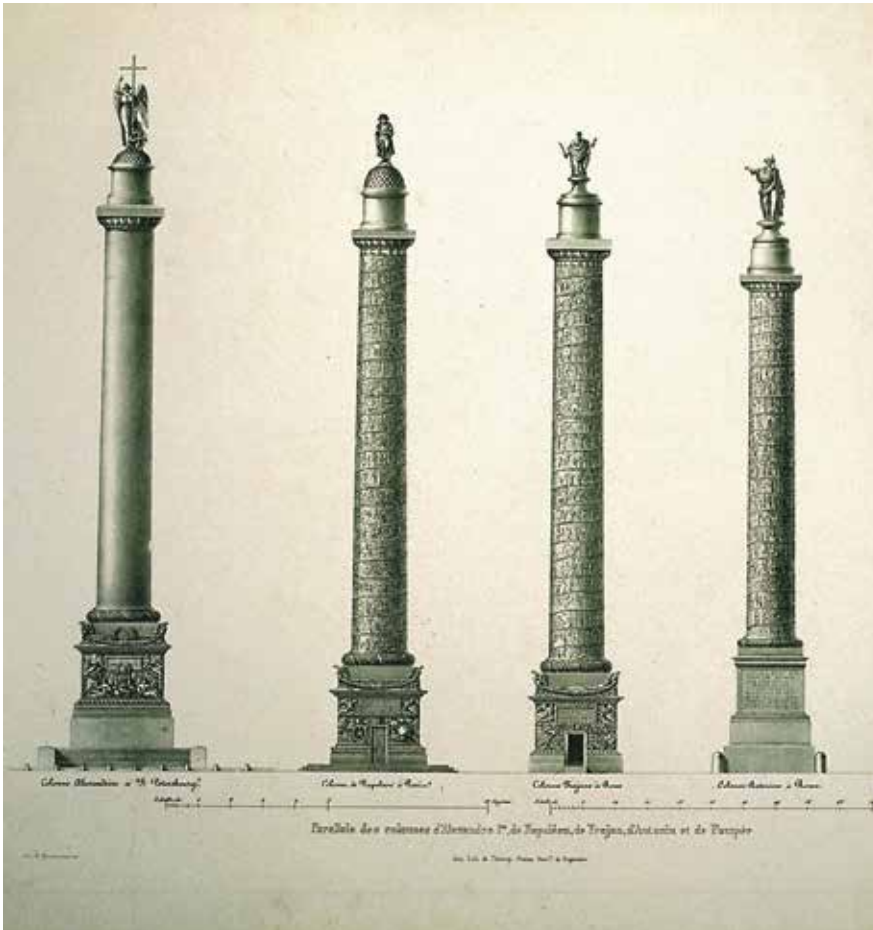
Vista de la catedral en construcció, a *Église cathédrale de Saint-Isaac...*, d'Auguste de Montferrand, 1845 (Universitat Estatal de Vies de Comunicació, Sant Petersburg).



Elevació d'una columna pel tambor de la cúpula, a *Église cathédrale de Saint-Isaac...*, d'Auguste de Montferrand, 1845 (Universitat Estatal de Vies de Comunicació, Sant Petersburg).

s'eleva a 82 metres del terra. L'enginyer espanyol, per part seva, es va encarregar de realitzar les complexes fonamentacions mitjançant pilotatge i, sobretot, va dissenyar les bastides i les potents grues necessàries per a

la seva construcció. Quan va morir, Betancourt va deixar a Montferrand el seu millor llegat, les màquines i grues que li van permetre aixecar, entre 1828 i 1830, les grans columnes monolítiques de granit vermell

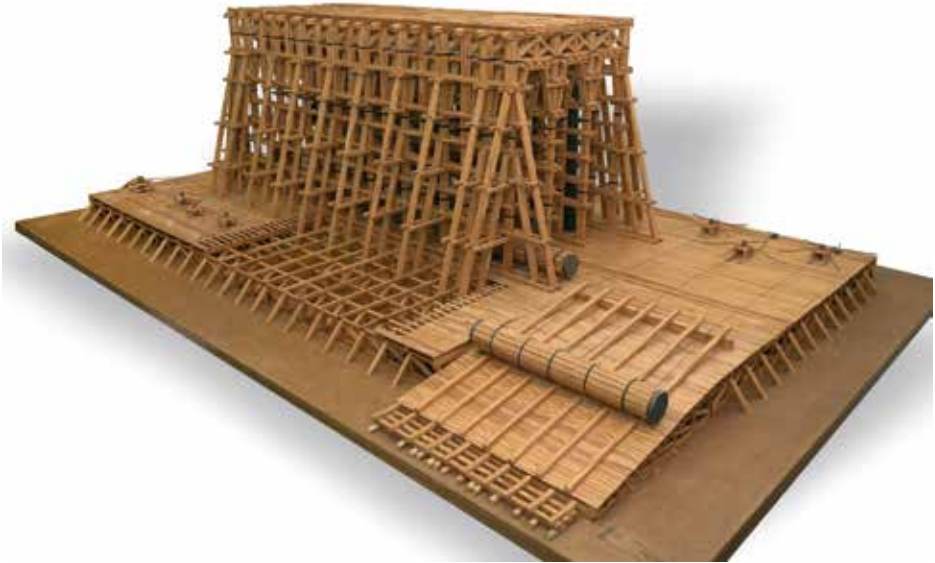


Diferents tipus de columnes de triomf, entre les quals es troba la dedicada a Alexandre I, a Plans et details del monument consacré a la memòria de l'Empereur Alexandre, d'August de Montferrand, 1836 (Universitat Estatal de Vies de Comunicació, Sant Petersburg).

de la catedral. Passat el temps, Montferrand escriuria al fill de Betancourt, Alfonso, reconeixent haver estat un simple paleta a les ordres del seu pare.

Alexandre I no va voler ser menys que molts altres governants que el van precedir i va fer construir, en el seu

propi honor, una columna monolítica que es va situar a l'est de la plaça de l'Almirallat, al centre de la plaça del Palau d'Hivern. Betancourt va projectar els complexos bastiments i dispositius, encarregant-se de l'elevació d'aquesta gran columna de granit coronada amb un àngel.



Bastides per a l'elevació de les columnes de la catedral de Sant Isaac a Sant Petersburg (Rússia)

Per facilitar la construcció de la catedral de Sant Isaac, Betancourt va projectar, cap al 1817, la complexa fonamentació de l'edifici, les seves monumentals bastides i les potents màquines d'elevació de grans pesos. Gràcies a aquest sistema, l'arquitecte francès Auguste de Montferrand va poder aixecar anys després, entre el 1828 i el 1830, les grans columnes monolítiques de granit que constituïrien els pòrtics d'aquesta catedral.

Col·lecció de Maquetes d'Història de les Obres Públiques (CEHOPU-CEDEX)

BETANCOURT, URBANISTA. LA FIRA DE NIZHNI NÓVGOROD

A l'agost de 1816 un incendi va assolir l'antiga fira comercial de la ciutat russa de Makáriev. Després d'aquesta catàstrofe, el tsar Alexandre I va decidir construir-ne una altra de nova en un emplaçament diferent, creant, per dirigir i coordinar la nova fira, un comitè presidit per Betancourt, director general de Vies de Comunicació. A l'estiu de 1817 aquest va buscar l'emplaçament més idoni, Nizhni Nóvgorod, després de decantar-se per uns terrenys situats a la riba esquerra del riu Oka, sobre el qual va construir un pont flotant de fusta, a la seva confluència amb el Volga. L'elecció de Betancourt es basava en la construcció d'un canal – que més tard portaria el seu nom – per comunicar la fira amb tots dos rius, navegables a l'estiu, facilitant així el transport fluvial de mercaderies, molt més barat que el terrestre.

Al començament de 1819 ja estaven esbossats els principals projectes: un gran edifici central, dos edificis administratius, més de cinquanta espais comercials i una gran església per atendre les necessitats dels comerciants que anaven a la fira. Al juliol



Planta de la fira de Nizhni Nóvgorod (Arxiu Central Estatal Històric de Rússia, Sant Petersburg).

de 1822 es van inaugurar les noves instal·lacions, celebrant-se la fira amb assistència de més de dos-cents mil mercaders arribats dels llocs més apartats de l'imperi.

La fira de Nizhni Nóvgorod va ser la darrera gran obra projectada i dirigida per Betancourt, ja que a l'agost d'aquest mateix any va perdre la confiança del tsar, que el va destituir com a director general de Vies de Comunicació. Així ho van recordar els seus deixebles i els comerciants russos, que més tard deixarien sobre la seva tomba una inscripció en francès, acompanyada d'una vista en perspectiva de la fira, que deia: Regal dels firaires de Nizhni Nóvgorod. Un agraït homenatge que reconeixia la seva tasca com a enginyer hidràulic i urbanista.



Pontó del pont flotant sobre el riu Oka a Nizhni Nóvgorod (Rússia)

A la Rússia del segle XVIII les fires comercials van jugar un paper important en la dinamització econòmica del país, emplaçant-se generalment en nusos de comunicació importants. El 1816 es decideix construir un recinte firal a la petita ciutat de Nizhni Nóvgorod, a la vora dels rius Volga i Oka. Entre 1817 i 1818 Betancourt realitza els plànols del nou recinte firal, inaugurat el 1822. A ell es deuen l'elecció de l'emplaçament per a la fira i el seu disseny urbanístic, així com el projecte i construcció del pont flotant de fusta sobre el riu Oka, que va prestar servei durant més d'un segle i va facilitar l'accés dels ciutadans i dels visitants a la fira. Va ser el primer pont que va creuar el riu, tenia una longitud de 524 metres i descansava sobre 24 pontons fixats al fons del riu per mitjà d'àncores.

Col·lecció de Maquetes d'Història de les Obres Públiques (CEHOPU-CEDEX)

INSPECCIÓ DE L'IMPERI I LA CAIGUDA EN DESGRÀCIA

Des de finals de 1818 Betancourt serà el màxim responsable de la millora dels camins, canals i ports de l'Imperi tsarista com a director general de Vies de Comunicació. En aquesta condició, Betancourt recorrerà grans distàncies per informar-se de les dificultats existents i proposar-ne algunes solucions. Així, seguint el curs del Volga, visitarà Kazan i després Laíshevo, important enclavament del comerç fluvial. Més tard el trobarem a Geòrgia, la sortida del qual al mar Caspi té lloc a través del riu Kurá. Des de Geòrgia, Betancourt es dirigirà als ports del mar Negre i del mar d'Azov, a la península de Crimea, cosa que li permetrà visitar Feodosia i Sebastopol per arribar, finalment, a Odessa, un important enclavament portuari de caràcter cosmopolita l'establiment del qual, el 1794, havia estat encomanat per la tsarina Catalina la Gran a l'almirall

espanyol José de Ribas. Betancourt conclourà el seu periple tornant a Sant Petersburg el novembre de 1820.

Després d'aquests viatges d'inspecció, Betancourt va lliurar al tsar Alexandre I un informe crític sobre l'estat de les vies de comunicació de l'imperi. Aquest informe no devia agradar a aquest, ja que, com a resposta, va ordenar a Betancourt el cessament en les seves activitats, imposant-li un superior jeràrquic. Aquestes desgràcies –i familiars, la seva filla Carolina havia mort l'estiu del 1823–, el van portar a dimitir de tots els càrrecs el febrer del 1824 i a sol·licitar la retirada, que li va ser concedit amb generositat pel tsar. Va morir pocs mesos després, el 14 de juliol, a Sant Petersburg, sent enterrat en aquesta ciutat al cementiri luterà de Smolenski, a prop de la seva filla Carolina i del matemàtic Leonard Euler.

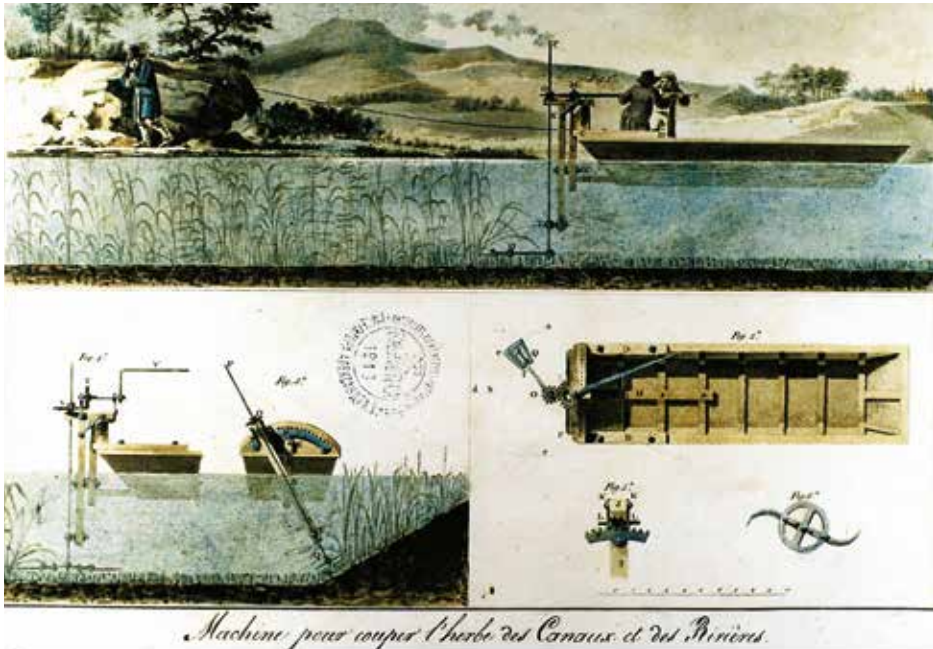
INSPECCIÓ DE L'IMPERI I LA CAIGUDA EN DESGRÀCIA



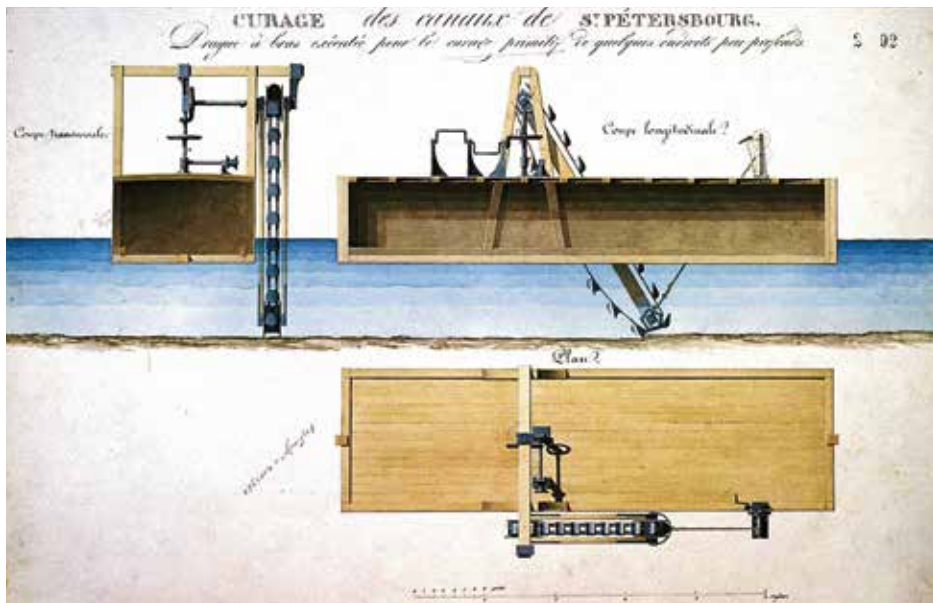
Relleu de perfil de la península de Crimea, 1855 (Servei Geogràfic de l'Exèrcit).



Mapa de la xarxa fluvial de Rússia, 1614 (Servei Geogràfic de l'Exèrcit).



Màquina per tallar l'herba que creix als canals i les riberes, d'Agustín de Betancourt (Universitat Estatal de Vies de Comunicació, Sant Petersburg).



Draga de rosari accionada manualment per a la neteja de canals en llocs poc profunds, de Pierre-Dominique Bazaine (Universitat Estatal de Vies de Comunicació, Sant Petersburg).

CRONOLOGIA

AGUSTÍN DE BETANCOURT (1758 - 1824):
LA SEVA VIDA, LA SEVA OBRA, EL TEMPS

AGUSTÍN DE BETANCOURT (1758 - 1824): LA SEVA VIDA, LA SEVA OBRA, TEMPS

	Fets biogràfics	Època	Fites tècniques i científiques
1758	Neix a Puerto de la Cruz. (Tenerife) l'1 febrer		
1759		Mor Ferran VI Comença el regnat de Carles III	
1761		Se signa el Tercer Pacte de Família entre Carles III i Lluís XV, entrant Espanya a la darrera fase de la guerra dels Set Anys	
1762			Jean-Jacques Rousseau publica <i>Del contracte social</i>
1763		Conclusió de la guerra dels Set Anys amb l'afirmació de Gran Bretanya com a potència naval i la derrota de França i Espanya	
1764			L'inventor anglès James Hargreaves revoluciona la indústria tèxtil amb la filadora Jenny
1765		Fundació de la Reial Societat Bascongada d'Amics del País, primera de les Reals Societats Econòmiques d'Amics del País	
1766		Motí d'Esquilache Destitució i desterrament del marquès de l'Ensenada	
1767		La Companyia de Jesús és expulsada a principis de abril	
1768			Comença la construcció de pont de <i>Neuilly-sur-Seine</i> , de Jean-Rodolphe Perronet
1769		Neix Napoleó Bonaparte	James Watt patenta la màquina de vapor reformada de simple efecte
1771			John Smeaton funda a Anglaterra la Societat d'Enginyers Civils

AGUSTÍN DE BETANCOURT (1758 - 1824): LA SEVA VIDA, LA SEVA OBRA, TEMPS

Fets biogràfics		Època	Fites tècniques i científiques
1772			<p>Institució de la primera Càtedra de Física Experimental als Reals Estudis de Sant Isidre</p> <p>Construcció de la primera màquina de vapor espanyola per a l'Arsenal de Cartagena</p> <p>Conclou la publicació de la primera edició de <i>l'Encyclopédie</i></p>
1773		El comte d'Aranda és nomenat ambaixador de Espanya a París	
1774		Mitjançant Reial Cèdula es insta a la constitució de Societats Econòmiques de Amics del País	James Watt, associat amb Matthew Boulton, posa a punt la màquina de vapor de simple efecte
1776		Declaració d'independència de les Tretze Colònies d'Amèrica del Nord	Adam Smith publica <i>Investigacions sobre la natura i la causa de la riquesa de les nacions</i>
1777		<p>Fundació de la Societat Econòmica d'Amics del País de Tenerife</p> <p>El comte de Floridablanca és nomenat secretari de Estat</p>	Comença la construcció de primer pont de ferro colat a Coalbrookdale (Anglaterra)
1778	Es trasllada a Madrid per prosseguir la seva formació		
1779	Inicia les classes d'Àlgebra, Geometria i Trigonometria als Reals Estudis de Sant Isidre		
1782	És nomenat apoderat de la Societat Econòmica de La Laguna a Madrid		
1783	Publica les <i>Memòries de les Reals Mines d'Almadén</i> i llança el primer globus aerostàtic a Espanya		Els germans Montgolfier llancen el primer globus d'aire calenta

AGUSTÍN DE BETANCOURT (1758 - 1824): LA SEVA VIDA, LA SEVA OBRA, TEMPS

	Fets biogràfics	Època	Fites tècniques i científiques
1784	De camí a França, és comissionat per inspeccionar l'obra del Canal Imperial d'Aragó Arriba a París per ampliar els seus estudis a l' <i>École des Ponts et Chaussées</i>		
1785	Comença a dirigir un grup de pensionats espanyols a París Signa la seva <i>Memoria sobre la purificación del carbón de piedra, y modo de aprovechar las materias que contiene</i>	Creació de la Direcció General de Camins i Canals	
1786	Presenta la seva <i>Memoria sobre el método de construir y usar los hornos para extraer betún que tiene el carbón piedra, quedando éste petrificado al mismo tiempo</i>		
1787	A París, juntament amb els seus col·laboradors, comença a col·leccionar màquines, artefactes i plànols que formaran les futures col·leccions del Reial Gabinet de Màquines	Constitució dels Estats Units d'Amèrica	
1788	Al novembre viatja a Anglaterra per conèixer la màquina de doble efecte de James Watt i Matthew Boulton	Mor Carles III Comença el regnat de Carles IV	
1789	Presenta al desembre la seva <i>Mémoire sur une machine à vapeur à double effet</i>	Presa de la Bastilla: inicis de la Revolució francesa Declaració dels Drets de l'Home i del Ciutadà	Lavoisier publica el <i>Tractat elemental de química</i>
1790	Presenta la seva <i>Mémoire sur la force expansive de la vapeur de l'eau</i>		Gaspard de Prony publica <i>Nouvelle architecture hydraulique</i> Edmund Burke publica <i>Reflections on the Revolution in France</i>

AGUSTÍN DE BETANCOURT (1758 - 1824): LA SEVA VIDA, LA SEVA OBRA, TEMPS

	Fets biogràfics	Època	Fites tècniques i científiques
1791	<p>Signa la seva <i>Descripción del establecimiento de Yndrid, donde funden y barrenan los cañones de hierro para la Marina Real de Francia</i></p> <p>Publica, juntament amb Juan López de Peñalver, la <i>Memoria sobre los medios de facilitar el comercio interior</i></p>	<p>Finalització dels treballs d'unió dels ramals Nord i Camps del <i>Canal de Castilla</i></p>	
1792	<p>A l'abril té lloc l'obertura del Reial Gabinet de Màquines del <i>Buen Retiro</i> de Madrid</p>	<p>França entra en guerra contra Àustria i Prússia</p> <p>Manuel Godoy és nomenat secretari d'Estat</p>	<p>Joseph-Michel Montgolfier inventa l'ariet hidràulic</p>
1793	<p>A finals d'aquest any, viatja de nou a Anglaterra per observar i dibuixar màquines i enginyes</p>	<p>Execució de Lluís XVI i Maria Antonieta</p> <p>Primera guerra de coalició contra França</p> <p>Robespierre accedeix al Comitè de Salvació Pública</p>	<p>Eli Whitney inventa la desmotadora de cotó</p>
1794	<p>Juan López de Peñalver, estret col·laborador de Betancourt, dóna a la impremta el <i>Catálogo del Real Gabinete de Máquinas</i></p>	<p>Fundació de la ciutat russa d'Odessa, sota la direcció del marí espanyol José de Ribes</p>	<p>Es funda l'<i>Ecole Polytechnique</i> a París</p>
1795	<p>És designat, juntament amb Bartolomé Sureda, tècnic assessor en l'expedició del comte de Mopox, encaminada al desenvolupament econòmic de Cuba</p>		<p>Joseph Bramah inventa la premsa hidràulica</p>
1796			<p>Edward Jenner descobreix la vacuna contra la verola</p> <p>Alois Senefelder inventa la litografia</p>
1797	<p>Es frustra el seu viatge a Cuba després de la presa pels anglesos del vaixell on viatjava</p> <p>Presenta juntament amb Breguet la <i>Mémoire sur un nouveau télégraphe et quelques idées sur la langue télégraphique</i></p>		

AGUSTÍN DE BETANCOURT (1758 - 1824): LA SEVA VIDA, LA SEVA OBRA, TEMPS

	Fets biogràfics	Època	Fites tècniques i científiques
1798	Carles IV aprova el projecte per a la instal·lació de telegrafia òptica a Espanya. Només s'aconsegueix instal·lar el tram Madrid-Aranjuez		Thomas R. Malthus publica <i>An Essay on the Principle of Population</i>
1799	Adquireix per a la seva explotació comercial la Reial Fàbrica de Cotó d'Àvila	S'estableix la Inspecció General de Camins i Canals	
1800			Alessandro Volta inventa i desenvolupa la pila elèctrica
1801	Al setembre fa un reconeixement del Canal de Castella amb vista a la seva reactivació, i realitza un informe amb Peñalver El 27 de desembre és designat inspector general de Camins i Canals		Inici de la construcció del <i>Pont des Arts</i> a París, primer pont-passarel·la en ferro fos de França
1802	<i>Informe dado por D. Agustín de Betancourt sobre los Pantanos y Reparos que deben hacerse en Lorca</i>	Catastròfic trencament de la presa de Ponts, causant més de 600 víctimes a Lorca (Múrcia) El 19 d'octubre es convoquen els primers exàmens d'ingrés per als Estudis de la Inspecció General de Camins i Canals, considerat l'inici de l'Escola de Camins i Canals	
1803	Betancourt presenta la seva <i>Noticia del estado actual de los caminos y canales de España, causa de sus atrasos y defectos, y medios para remediarlos en adelante</i> Rep l'encàrrec de Manuel Godoy de regular les aigües del Genil per evitar que s'inundés la seva finca del Soto de Roma (Granada)		
1805		Derrota franc-espanyola a Trafalgar davant de l'escaire britànica al comandament de Nelson	

AGUSTÍN DE BETANCOURT (1758 - 1824): LA SEVA VIDA, LA SEVA OBRA, TEMPS

	Fets biogràfics	Època	Fites tècniques i científiques
1806	Després del desacord amb Godoy, comença a considerar la idea d'abandonar Espanya		Publicació del primer volum de la <i>Description des travaux hydrauliques</i> , de Louis Alexandre de Cessart
1807	Presenta la <i>Mémoire sur un nouveau système de navigation intérieure</i> Fa el primer viatge a Rússia		
1808	S'instal·la amb la família a Sant Petersburg, on romandrà fins a la seva mort Al maig torna a París, per presentar amb Lanz el <i>Essai sur la composition des machines with Lanz</i>	Napoleó envia més tropes a Espanya Motí d'Aranjuez Ferran VII accedeix al tron El 2 de maig s'inicia la guerra d'independència És clausurada a Madrid la Escola de Camins i Canals Assalt de les tropes napoleòniques al palau del Buen Retiro, provocant les primeres pèrdues a les col·leccions del Reial Gabinet de Màquines Napoleó instal·la al tron espanyol al seu germà José Bonaparte Comença a trencar-se el ordre colonial a Amèrica espanyola	
1809	Promou la creació del Cos d'Enginyers de Vies de Comunicació de Rússia Puja al càrrec de tinent general de l'Exèrcit rus Es crea l'Institut de Vies de Comunicació Projecta la modernització de la fàbrica de canons de Tula	Napoleó abandona Espanya	

AGUSTÍN DE BETANCOURT (1758 - 1824): LA SEVA VIDA, LA SEVA OBRA, TEMPS

	Fets biogràfics	Època	Fites tècniques i científiques
1810	Proposa per a la neteja del port de Kronstadt, petita illa que defensava l'entrada per mar a Sant Petersburg, una potent draga de vapor	Al setembre tenen lloc les primeres sessions de les Corts de Cadis, que obren el període de constitucionalisme en el context de la guerra d'Independència	
1811	Projecta el primer pont permanent de fusta, <i>Kamennostrovskii</i> , sobre el Petit Nevkà		
1812		Les Corts de Cadis promulguen la Constitució de 1812, popularment coneguda com 'La Pepa' Les tropes de Napoleó envaeixen Rússia. Amb l'arribada de l'hivern s'inicia la retirada	Pierre-Simon Laplace publica <i>Teoria analítica de les probabilitats</i>
1814	Instal·la una màquina de vapor a la fàbrica de Tula	Napoleó abdica i es retira a l'illa d'Elba Tornada al tron de Ferran VII, que revoca la Constitució del 1812	
1815		Les col·leccions del Reial Gabinet es traslladen des del palau de Buenavista a la Societat Econòmica Madrilenya Derrota definitiva de Napoleó a Waterloo Se signa l'Acta Final del Congrés de Viena	
1816	Rep l'encàrrec d'organitzar el Comitè de Construccions i Obres Hidràuliques per a la renovació de Sant Petersburg Projecta una moderna fàbrica de paper moneda a Sant Petersburg, així com el disseny artístic d'un nou paper moneda Dirigeix també, juntament amb Rafael Bauzá, la construcció de la Casa de la Moneda a Varsòvia, on s'instal·larà una innovadora màquina de vapor		

AGUSTÍN DE BETANCOURT (1758 - 1824): LA SEVA VIDA, LA SEVA OBRA, TEMPS

	Fets biogràfics	Època	Fites tècniques i científiques
1817	<p>Presenta al tsar Alexandre I el projecte per a la construcció de la Sala d'Exercicis Eqüestres de Moscou</p> <p>Exerceix un important paper en la construcció de la catedral de Sant Isaac, a Sant Petersburg, projectada per un dels seus col·laboradors, Auguste de Montferrand</p> <p>Disseny els fonaments i les bastides de la columna d'Alexandre I, construïda anys després per Auguste de Montferrand</p> <p>Presentació del projecte per a la fira de Nizhni Nóvgorod</p>		
1818	<p>És nomenat màxim responsable de la millora dels camins, canals i ports de l'Imperi tsarista</p>		
1820	<p>Presenta al tsar Alexandre I un crític informe sobre l'estat de les vies de comunicació russes</p>	<p>Pronunciament del comandant Rafael del Riego i començament del Trienni Liberal</p> <p>Reobre l'Escola de Camins i Canals de Madrid</p>	
1821			<p>George Stephenson construeix una locomotora de vapor per a la línia de ferrocarril Darlington-Stockton (Anglaterra)</p>
1823	<p>Mor la seva filla gran Carolina a causa d'un funest part</p>	<p>Es clou l'Escola de Camins i Canals de Madrid</p> <p>Entrada a Espanya dels Cent Mil Fills de San Luis</p> <p>Ferran VII torna al tron</p>	
1824	<p>Mor als 66 anys a Sant Petersburg, sent enterrat al cementiri luterà de Smolenski</p>		

“Feliçment ja veiem venir el dia que es tallaran d’arrel els desencerts causats per la ignorància; i aquesta importantíssima obra estava reservada per a V. E., qui aviat tindrà el goig de veure els fruits de la protecció amb què ha afavorit l’establiment dels estudis de la Inspecció General de Camins i Canals”, a Notícia de l’estat actual dels camins i canals d’Espanya, causes dels seus endarreriments i defectes, i mitjans de remeiar-los en endavant, donada a l’Excm. Sr. D. Pedro Cevallos per D. Agustín de Betancourt.

Buen Retiro, 28 d’abril de 1803

Camins.cat



Col·legi d’Enginyers
de Camins,
Canals i Ports

caminos



Colegio de Ingenieros
de Caminos,
Canales y Puertos



AGUSTÍN DE
**BETAN
COURT**
200



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES
Y MOVILIDAD SOSTENIBLE

VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS
Y EXPERIMENTACIÓN
DE OBRAS PÚBLICAS

CEHOPU

