

# Una valiosa muestra de la Ingeniería Civil en Ultramar

Por Olegario Llamazares Gómez

La creación de infraestructuras para la colonización y el desarrollo de los virreinos de Indias supuso un gran desafío científico y técnico para ingenieros y otros facultativos. Repartidas por el vasto territorio del Nuevo Mundo se realizaron grandes obras públicas e instalaciones industriales, que constituyeron hitos en su tiempo, para establecimiento de comunicaciones, dotación de servicios y aprovechamiento de los productos naturales. Las incipientes minería y agricultura se desarrollaron siguiendo las pautas del viejo continente y se buscaron ingeniosas soluciones para los nuevos problemas que se presentaron a los colonizadores de las tierras de Ultramar.

La exposición organizada por el CEHOPU (1) cumplió con excelencia su misión de informar sobre las múltiples actividades y las grandes realizaciones de España en el Nuevo Mundo, con un acopio impresionante de material: mapas, planos, maquetas, ingenios, máquinas, etc y profusión de datos fieles, conformando su conjunto una muestra de gran valor, a modo de tratado exhaustivo sobre la lograda función de la Ingeniería Civil en la América española.

La conquista y civilización de las Indias se ha cantado en una epopeya forzosamente incompleta por la magnitud y diversidad de los hechos que se desarrollaron durante más de cuatro siglos, persistiendo en el empeño de la corona de España. Aspectos que están en lo cimero de lo militar y de lo evangelizador, de la arquitectura y de la ingeniería adaptadas a soluciones ingeniosas y estéticas para la transformación socioeconómica de un subcontinente, confluyen en una colonización sui generis basada en un humanismo de mestizaje, que no ha tenido parangón en la historia.

Una parcela muy importante dentro de ella, y que hasta ahora fue de las menos estudiadas, corresponde a la Ingeniería Civil que creó infraestructuras y equipamientos para el desarrollo y el bienestar. El estudio de esta amplia rama de la técnica en nuestra América es tarea prioritaria en el CEHOPU y escribir sobre la última exposición que ha celebrado este centro: Obras Hidráulicas en América Colonial. (Madrid 23 sep-21 nov), nos parece una obligación por lo que pudiera tener de divulgación de méritos e información de logros de aquellos técnicos

que desarrollaron sus trabajos en un mundo nuevo y distinto en características y escala.

Nos cumple dar fe del éxito e importancia de esta muestra representativa de la ingeniería de Ultramar. Fruto esperado de nuestro compañero Ignacio González Tascón, bien acreditado en conocimientos y entusiasmos respecto a una materia que para nosotros merece destacada atención (2). Como comisario de la Exposición le dedicamos nuestros plácemes extensivos a sus eficaces colaboradores.

## Obras de saneamiento y defensa

Se ha considerado como "leit motiv" de la ambiciosa exposición que comentamos la relación del agua-elemento vital con un nuevo y dilatado territorio y una población indígena de diversas lenguas, cultura y tradición constructivas desde carencias arcaicas a alardes monumentales que era preciso colonizar de modo ordenado, aprovechando los recursos naturales, asegurando la salubridad pública y tratando de evitar las catástrofes

con que nos amenazan los fenómenos atmosféricos.

Complejas obras de avenamientos y desagües de ríos y lagunas, en tierras bajas y llanas como el Valle de México; o desecación de terrenos pantanosos, causa de pestilencia y enfermedades endémicas como en las Vegas de Valdivia (Chile), por citar algunos ejemplos relevantes. Cabe señalar, asimismo los grandes diques de defensa contra inundaciones o almarradones, de la ciudad de México, con antecedentes prehispánicos.

Dotaciones de agua para los asentamientos urbanos, alumbramiento y conducción desde los "ojos de manantial", acueductos y jagüeyes (balsas o depósitos) para aguas de riego o consumo humano. Recurso a la elevación para achiques de minas o impulsión de aguas subterráneas. Empleo de aceñas y azudas, "árabes en el aparejo y romanas en los cangilonos", un híbrido hispánico que se utilizó en regadíos y abastecimientos del Nuevo Mundo (3).

Respecto a ejemplos de transformación en regadíos durante la época virreinal se informa sobre prácticas y quentos (dotación de caudales) empleados en el

Valle de México y del Red Canal de Maipo para el trasvase del río homónimo al Mapocho, con destino a riegos de zonas llanas próximas a Santiago de Chile.

### Energía Hidráulica para usos industriales.

Los molinos harineros movidos por agua, si bien ya eran conocidos en la época romana no se emplearon en España hasta el siglo XI. En el Nuevo Mundo el trasplantado molino hidráulico maravilloso a los indios, causando especial alborozo entre las mujeres que, encargadas de la molienda manual del grano, pudieron liberarse de tan dura y aburrida labor.

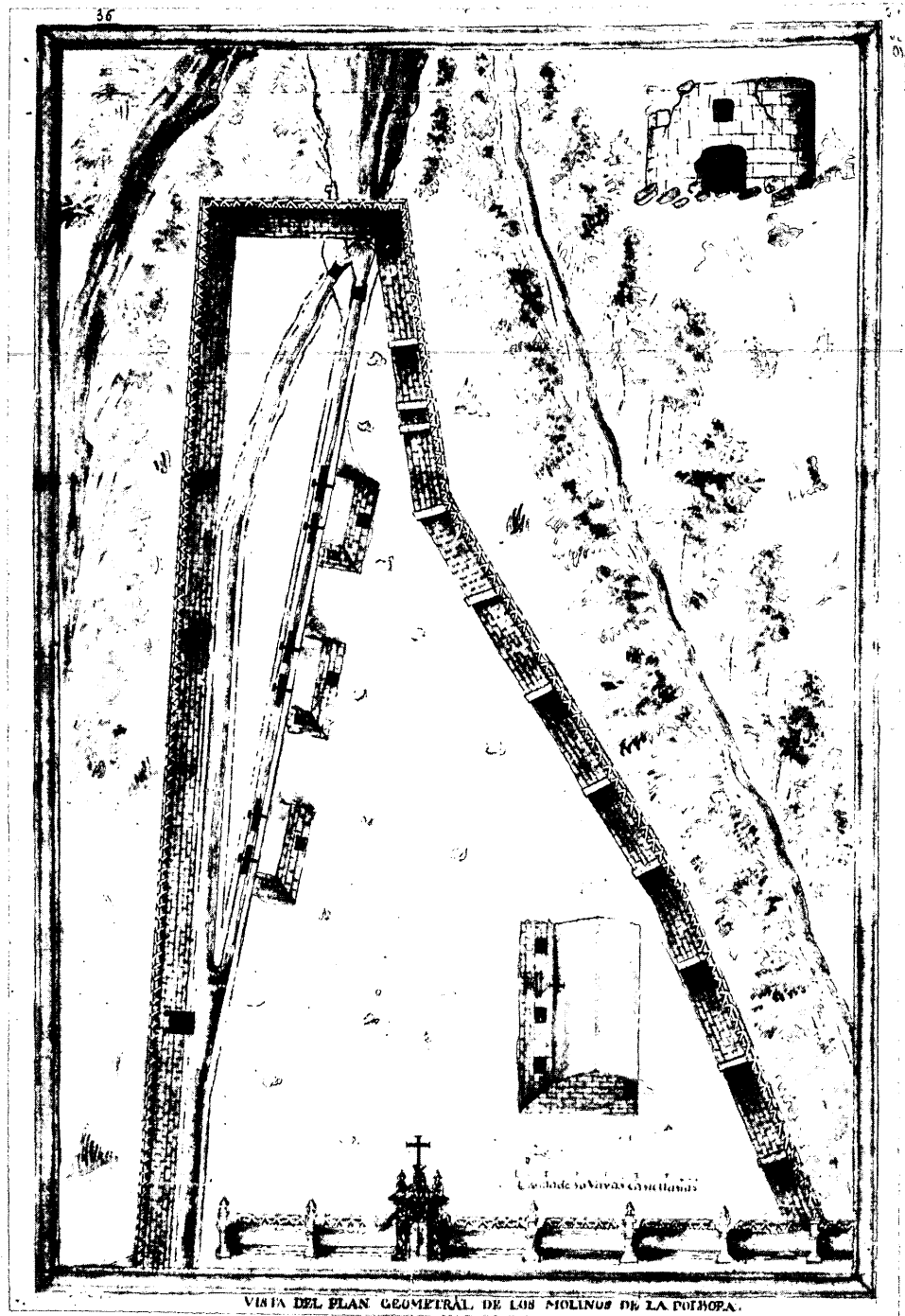
La caña dulce una de las grandes aportaciones de España al Nuevo Continente -planta que, de Gandía y Motril, llevó el Almirante en su segundo viaje- empezó a molerse en trapiches de sangre (máquinas movidas por caballerías). Pero pronto se emplearon "poderosos ingenios" accionados en su mayoría por rozos hidráulicos (rueda horizontal).

Juntamente con éstos se exponen también molinos de batan para el proceso textil, así como serrerías accionadas por ruedas de paletas. Estas máquinas de aserrado se habían perfeccionado mucho en España con la demanda de madera es cuadrada que exigían las catedrales para cimbras y andamios.

En el Nuevo Mundo creció pronto el consumo de pólvora, tanto para los usos de la guerra como en explosivos para las voladuras minas y desmonte de carreteras en macizos rocosos. Se instalaron pronto molinos de pólvora adaptados a los últimos prototipos españoles con ruedas hidráulicas verticales que accionaban, mediante un mecanismo de levas, los mazos de madera que trituraba la mezcla (azufre, nitrato potásico y carbón de leña). Hubo factorías de pólvora importantes en Chapultepec (México), Lima y Antioquia (Colombia). En general, se situaron junto a ríos caudalosos de los que se derivaban los llamados "Canales de la Pólvora".

### Los Canales de Navegación

La navegación fluvial estuvo bien representada en la exposición. Este modo



**Planta del recinto que contiene los molinos hidráulicos, de dos ruedas, para fabricación de la pólvora. Lima. Siglo XVIII.**

de transporte era muchas veces el único posible para comunicar la costa con el interior, cubierto en gran parte por muy frondosas selvas, a veces con terrenos pantanosos o movedizos, donde con la precariedad de medios disponibles era imposible construir vías terrestres.

Para acceso a la ciudad de México se utilizaron canales prehispánicos y tramos

fluviales naturales. Lo mismo sucedió en los otros virreinos donde los cursos naturales se mejoraron con obras hidráulicas (compuertas y esclusas) y embarcaderos de piedra para cargas y descarga de mercancías.

Nueva Granada, con sus caudalosos ríos, se destacó en la navegación fluvial y subrayamos el interés de la información que se ofreció sobre el llamado Canal Dique de la Barranca, derivado del río Magdalena para el acceso a Cartagena de India. Se acondicionaron cauces naturales en 88 kilómetros del trazado, los 32 restantes fueron de nueva explanación para una sección de 11 varas castellanas (9,24m) y profundidad mínima de 3 varas (2,5m)(4). Los ríos Magdalena, Orinoco y Marañón fueron mejorando notablemente a lo largo de la colonización y constituyeron vías privilegiadas que siguen siendo actualmente básicas para la comunicación entre Brasil, Venezuela y Colombia.

### Historia documentada de una transformación.

Las obras de ingeniería realizadas para el beneficio y transformación del Nue-

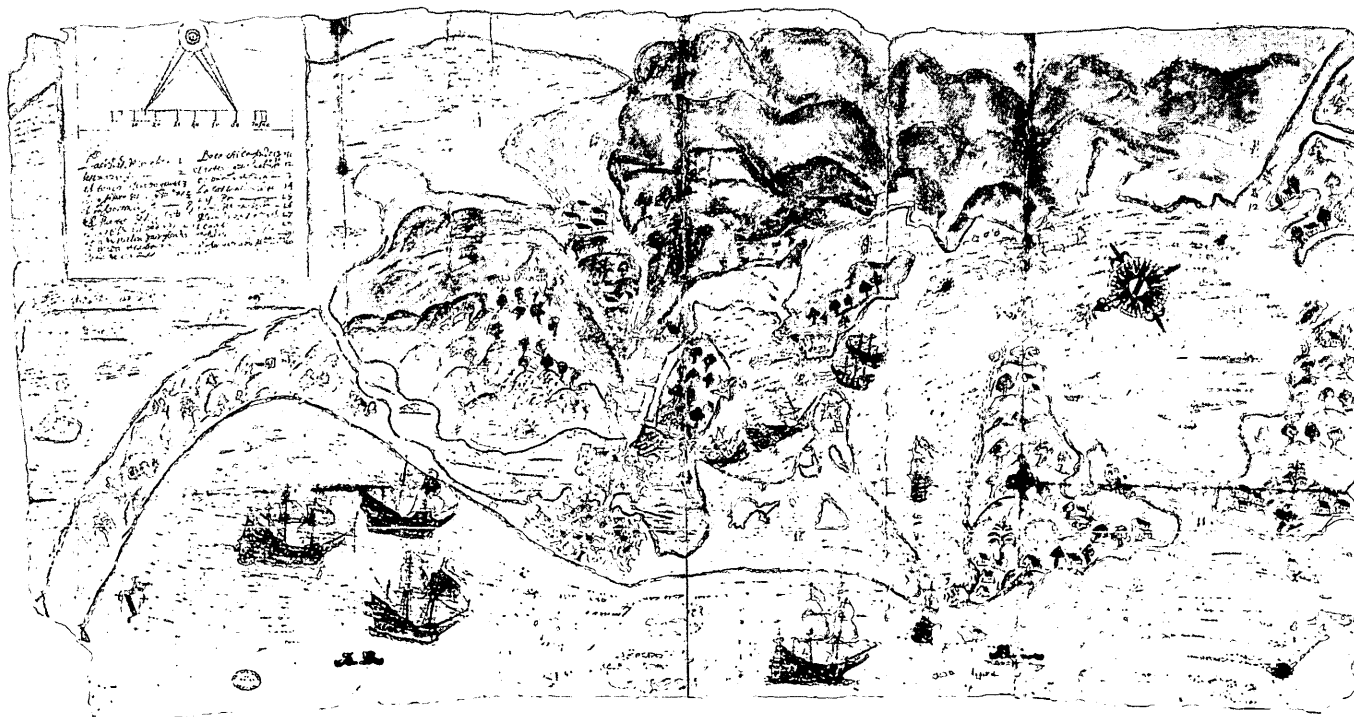
vo Mundo partieron de una autoritas regiaie que con la creación del Consejo de Indias (1524) se impuso la tarea de conocer la situación en que se encontraban ambos virreinos y sus necesidades de defensa militar y red de infraestructuras básicas. Para ello y por mandato de Felipe II el titulado Cosmografo-Cronista Juan López de Velasco llevó a cabo la extraordinaria encuesta por los nuevos territorios de Ultramar, imprescindible para que desde la Corte de Madrid se tomaran las grandes decisiones administrativas y de equipamiento. De velasco se recuerdan frecuentemente sus palabras sobre la gran riqueza de los virreinos a los que calificó como: "unas tierras lastradas de plata y oro".

### Carta de Indias, comunicada con el río Magdalena mediante el canal del Dique. 1628?

Las relaciones de datos sistemáticos y fieles sobre aspectos geográficos, geológicos y demográficos que aportó la encuesta de referencia fueron ilustrados con planos que hoy constituyen documentos iconográficos de gran valor para la historia de las obras públicas y el urbanismo precolombinos y de los que corresponden al primer período de la colonización. Pudimos ver diversas reproducciones de estos dibujos -que en no pocos casos recuerdan la pintura "naif"- en los paneles de la exposición. Se dividió ésta en cinco grandes áreas subtemáticas con profusión de maquetas de instalaciones industriales, grandes acueductos, obras en ríos, canales y edificios.

De estos últimos citamos entre los más destacados la Real Casa de la Moneda de Potosí (Bolivia), uno de los mayores complejos hidráulicos de América, donde se acuñaba la moneda por laminación.

Curiosas máquinas y artificios, dibujos croquizados de aparatos y mapas de varia perfección cartográfica figuran en la muestra. Se llama la atención en cuanto a la coloración de los mapas (unificación y convenios de signos), de lo que surgió





# La Bahía de Algeciras y su zona de influencia

Por Francisco Benjumea

El puerto allí establecido es el más importante del Mediterráneo en el tráfico de contenedores, habiendo recalado en la bahía durante el año 1.992 unos 12.000 barcos de los 70.000 que cruzaron el estrecho. Se ha desarrollado muy rápidamente pues hasta que se cerró la verja con Gibraltar en 1964 sólo había un puerto pesquero y una línea de ferrys que unía África con Europa. A partir de esta última fecha se han establecido en su contorno la refinería de CEPSA, la central térmica de los Barrios -las dos con pantalán para la descarga de crudos y carbón respectivamente- otra central térmica inmediata a CEPSA, que le suministra el fuel-oil, la importante factoría de Acerinox y las empresas de transporte mayores del mundo "Sea Land" y "Mærsk, P.", que han reconocido las magníficas características de esta bahía por su emplazamiento entre dos mares, dos continentes, y el buen calado en todo su perímetro.

Por este motivo, aunque ahora parece aquello muy amplio, es de temer que en un futuro no muy lejano se encuentre al límite de su capacidad, como le ocurre al puerto de Rotterdam, y para sacarle el máximo provecho conviene disponer de un Plan preciso completado con unas ordenanzas severas que afecten tanto a las posibles nuevas instalaciones portuarias como a los terrenos que deben reservarse para depósitos de mercancías, industrias y cualquier otro servicio que guarde relación con el movimiento marítimo.

Aunque la mayor parte de los contenedores que llegan a este puerto se dis-

tribuye en barcos de menor capacidad a otros más pequeños, como Valencia, Marsella y Casablanca, hay que pensar y desear que también se beneficie el territorio español de sus ventajosas condiciones para las importaciones y exportaciones de toda clase de mercancías, lo que no puede aprovecharse actualmente por sus malas comunicaciones con el interior, tanto ferroviarias como por carretera, temas que trataré más adelante con detalle. Pero empiezo ahora a señalar los problemas que presenta la población de Algeciras para los accesos al puerto, manteniéndose los pasos a nivel para el primitivo, y evitado para el construido no hace muchos años en los Muelles de "Sea Land", con un túnel bajo el hotel Cristina y cruces a distinto nivel. Ahora bien, esta población va creciendo y lo mismo ocurrirá con las instalaciones portuarias, por lo que debe preverse cuanto antes soluciones que satisfagan los intereses urbanos y portuarios. Posiblemente pudieran conectarse las vías existentes de los dos muelles para suprimir el acceso primitivo ferroviario y concentrarlo todo en el posteriormente realizado que no perturba el tráfico urbano. Y pensando en el desarrollo futuro quizá fuera conveniente prever la construcción de tramos de vía ferroviaria paralelos a la orilla del mar que se enlace con el interior por los lugares que menos trastorno ocasionen.

Las infraestructuras de transporte terrestre están muy influidas por los desplazamientos de los grandes puertos y a tal efecto puede apreciarse en los planos de carreteras y ferrocarriles, como se

Jerusalén", "Las aguas diosas que gobiernan sobre los hombres; en ellas están todos los remedios y a ellas se los pido", "Te saludo crecida del Nilo", agua que sales de la tierra y vienes a alimentar a Egipto" "Las aguas ahogan las llamas, reclaman para sí el cielo y desde él caen para que broten los cereales y las plantas", etc., etc.

Con todo lo que hemos comentado esperamos queden de manifiesto los valores, de muy diverso orden, que reunió esta muestra sobre la Ingeniería Civil española en Ultramar. Para su proyecto y realización se conjugaron conocimiento y sensibilidad. Búsqueda, elección y presentación rayaron a gran altura y así se logró una exposición ejemplar que celebraríamos sirviera de modelo y estímulo a las que en el futuro organice el MOPTMA a través del CEHOPU. Que se conozcan los esfuerzos que se hicieron y los que se siguen haciendo en una actividad tan importante para la vida y el desarrollo como la que honra a nuestro quehacer profesional. ■

## NOTAS

(1) Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente.

(2) Como significativa de su importante obras señalamos al lector la publicación de referencia: GONZALEZ TASCÓN, I. Ingeniería Española en Ultramar (Siglos XVI-XIX). Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Colección de Ciencias, Humanidades e Ingeniería. Madrid, 1992.

(3) Los artificios de elevación de aguas se utilizaron mucho, en la España Islámica. Su mayor desarrollo tuvo lugar con la llamada Albolafia, de Córdoba, que elevaba el agua del Guadalquivir, aprovechando la energía de su corriente. Según se dice, muchos años después ordenó desmontar el artificio la reina Isabel por lo que suponía de impacto ambiental (acústico).

(4) Gracias al máximo aprovechamiento de los cauces naturales canal se construyó a gran ritmo; el plazo de ejecución fue de seis meses.

(5) La primera escala cromática que incluyó los colores "americanos" fue la del naturalista Tadeus Hãnke, botánico de la expedición político-científica alrededor del mundo, dirigida a finales del siglo XVIII, por el marino Alejandro Malaspina. Hãnke creó el Jardín Botánico de Cochabamba (Bolivia).