

La cartografía de los ingenieros militares. Instrumento para el conocimiento del territorio¹

José Omar Moncada Maya²

RESUMEN

Entre las numerosas actividades realizadas por los ingenieros militares en los territorios americanos bajo soberanía española se cuenta la elaboración de mapas, labor que realizó este Cuerpo desde el siglo XVI hasta el XIX. El objetivo de este artículo es mostrar cómo ello fue consecuencia, por una parte, de la formación académica que recibieron en las Academias de Matemáticas, y por otra, la práctica profesional desarrollada al servicio de la Corona. Pero, sobre todo, mostrar el impacto que tuvo esta actividad en el conocimiento de los territorios americanos, aun cuando muchos de estos mapas se conocieron muchos años después, pues acompañaban a detallados informes. Ello les permitió ser reconocidos como importantes colaboradores en las tareas de organizar los territorios americanos y acceder, en varios casos, a importantes cargos de gobierno. El resultado de su labor es una cartografía rica en temas, calidad de representación y diversidad territorial.

Palabras clave: Cartografía, Ingenieros militares, América española.

ABSTRACT

Among the numerous activities carried out by the Military Engineers in the American territories under Spanish sovereignty is the elaboration of maps, a task that was carried out by this Corps from the 16th to the 19th century. The objective of this article is to show how this was a consequence, on the one hand, of the academic training they received at the Mathematics Academies, and on the other hand, the professional practice developed at the service of the Crown. But above all, it is to show the impact that this activity had on the knowledge of the American territories, even though many of these maps were known many years later, since they accompanied detailed reports. This allowed them to be recognized as important collaborators in the tasks of organizing the American territories and access, in several cases, to important positions of government. The result of its work is cartography rich in themes, quality of representation and territorial diversity.

Keywords: Cartography, Military Engineers, Spanish America.

¹ Artículo recibido el 6 de junio de 2017, aceptado el 8 de enero de 2018 y corregido el 5 de marzo de 2018.

² Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México (México). E-mail: moncadamaya@yahoo.com.mx

A lo largo de los tres siglos de dominio colonial en la América española, el Real Cuerpo de Ingenieros del Ejército, mejor conocidos como Ingenieros Militares, desarrolló una activa labor en los más diversos rubros; si bien son reconocidos por su labor en favor de la defensa de los territorios americanos, su trabajo no se limitó al ámbito militar. Así, participaron en obras de arquitectura civil y religiosa; en el desarrollo de infraestructura, como caminos, puentes, canales, puertos o proyectos de abastecimiento de agua; proyectos urbanísticos; impartieron docencia y promovieron la enseñanza de las matemáticas. De igual manera participaron en numerosos reconocimientos territoriales. De todo ello nos legaron numerosos escritos donde muestran con detalle su participación, misma que reflejaron en una rica y abundante cartografía, objeto central de este artículo.

Si bien el levantamiento de mapas fue una actividad cotidiana entre los individuos del cuerpo destinados al Nuevo Mundo, se institucionalizó a través de las diversas Ordenanzas del siglo XVIII y principios del XIX. Así, por ejemplo, el preámbulo de la Ordenanza de 1718 establece:

“...La primera [parte] trata de la formación de Mapas, o Cartas Geográficas de Provincias, con observaciones y notas sobre los Ríos que se pudieren hacer navegables, Cequías para Molinos, Batanes, Riegos, y otras diversas diligencias dirigidas al beneficio universal de los Pueblos, y asimismo al reconocimiento, y formación de Planos, y Relaciones de Plazas, Puertos de mar, Bahías, Costas, y de los reparos, y nuevas obras que se necesitaren con el tanteo de su coste” (citado en Moncada, 1994: 41).

Esa capacidad para el levantamiento de mapas se logró gracias a la formación adquirida en las Academias de Matemáticas, donde aprenderían desde la elección del papel y el manejo de los instrumentos de dibujo, hasta el levantamiento detallado de planos arquitectónicos, militares y civiles, o mapas detallados a diferentes escalas, que les permitió elaborar desde planos urbanos y de unidades administrativas hasta mapas de reinos. De hecho, se convertirán en cercanos colaboradores del poder colonial “para las tareas de ordenación territorial” (Capel, 1982: 287).

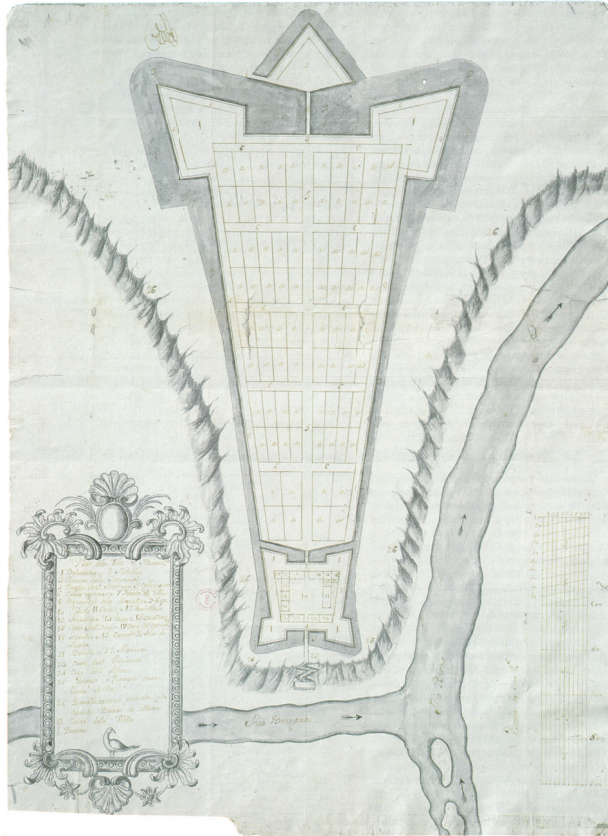
Como militares, su función principal fue el establecimiento de defensas. Para el caso americano, desde los primeros años de la conquista, éstas se centraron en la “fortificación de plazas portuarias y de las zonas costeras” (Capel, 1982: 294). Pero ante la agresión armada que implicó la conquista, varios pueblos indígenas lucharon durante muchos años en defensa de sus tierras. Araucanos, incas, seris, yaquis, chichimecas, etc., les obligaron a establecer otro sistema defensivo, esta vez interior, a través de presidios y ciudades fortificadas. Se podría decir que esta situación prevaleció en las fronteras del imperio en América, como fueron los casos de la Nueva España y el Reino de Chile (Figura N° 1). Este último será un caso único, donde el 50 por ciento de las fundaciones hispanas entre la conquista y la Independencia serán fortificadas (Guarda, 1966: 6-7).

El fortificar ciudades costeras que pudieran caer en manos del enemigo y ser de difícil recuperación, llevó a la creación de un esquema de defensa apoyado en fortificaciones interiores, “Ello impuso la necesidad de disponer de planos y mapas que rebasaran el simple entorno fortificado y que cubrieran en cambio amplios territorios y explica la aparición de un nuevo interés en los levantamientos cartográficos de los ingenieros militares” (Capel, 1982: 296).

Figura N° 1

Fuerte de Nacimiento, 1757. Atribuido a Manuel de Amat.

Claro ejemplo de cómo los proyectos de fundación de nuevas ciudades o villas fortificadas se adecuaban a las condiciones del terreno



Fuente: Archivo Nacional Histórico, Mapoteca, N° 28, En: Guarda (1990).

Son miles los mapas y planos elaborados por los ingenieros a lo largo de esos siglos, dispersos en numerosos repositorios.³ Ante la ausencia de un catálogo único, señalamos que el mayor volumen se encuentra en España, y ha sido dado a conocer parcialmente por el Archivo General de Indias a través de una serie de catálogos elaborados por Julio González (1968; 1973; 1979), Pedro Torres Lanzas (1897; 1985a; 1985b, 1985c, 1985d, 1988) y José Torre Revello (1988). En otros casos, el Archivo General de Simancas y la Biblioteca Nacional de España han puesto en la Web sus catálogo de Mapas y Planos (ver <http://www.mcu.es>; <http://www.bne.es>). Por último, el Servicio

³ Paladini señala la existencia de una "encuesta realizada en 20 archivos españoles en 1985 daba como catalogados 368 mapas del siglo XVI; otros 668 del XVII y 8595 del XVIII", muchos de ellos de manos de militares (Paladini, 1989: 58).

Geográfico del Ejército reúne en su *Cartoteca Histórica* (1974) un importante número de mapas depositados en archivos militares españoles⁴.

Para el caso iberoamericano, destacamos algunas obras –que son las que conocemos–: el “Atlas cartográfico digital del Reino de Chile” (editado por el Instituto Geográfico Militar de Chile, 2002) y la “Cartografía histórica de Chile” (Rosenblit y Sanhueza, 2010), los “Materiales para una cartografía mexicana” de Manuel Orozco y Berra (1871) y los “Catálogos de Ilustraciones” publicados por el Archivo General de la Nación de México (1979-1982). Finalmente, hay que resaltar tres obras temáticas que tratan sobre fortificaciones, y que reúnen un importante número de mapas elaborados por ingenieros: “Las fortificaciones españolas en América y Filipinas” de José Antonio Calderón Quijano (1996), “Flandes Indiano” de Gabriel Guarda (1990), y “Fortificación en Iberoamérica” de Ramón Gutiérrez (2005). Ello no agota las posibilidades de reunir catálogos cartográficos del periodo colonial americano, y si muestra el interés por reunir la obra cartográfica de la corporación que estudiamos.

Aun cuando existe un importante número de textos acerca de la formación, estructura y obra de los ingenieros militares, la cartografía se considera una más de las diversas actividades por ellos realizadas. Consideramos que es necesario profundizar en su obra cartográfica, pues será un muestrario del conocimiento territorial que se alcanzó en América al término del periodo colonial⁵.

América como destino

Desde la creación misma del cuerpo, el 17 de abril de 1711, el número de ingenieros destinados hacia territorios americanos siempre fue insuficiente, como lo había sido en los dos siglos precedentes; por ello las frecuentes solicitudes de las autoridades para el envío de más individuos del cuerpo, y mejor calificados. Ante ello, la respuesta del ingeniero general Jorge Próspero de Verboom no pudo ser más terminante: no encontró quien pudiera o quisiera hacer el viaje. Respecto a estas solicitudes conviene hacer varias observaciones. Se había establecido que se escogerían para América a ingenieros “de los que tienen mayor conocimiento de fortificaciones... y que conviene también, que en teórica y práctica sea hábil, y de confianza”, individuos que también se demandaban en la Península, por lo que, en muchas ocasiones, pese a lo establecido, se enviaron a individuos de reciente ingreso y de poca experiencia. De igual manera se había establecido que los ingenieros que se enviarían al nuevo continente debían ser de preferencia españoles. Sin embargo, fue necesario recurrir a extranjeros, mejor dicho: no españoles, pues se destinaron franceses, italianos, flamencos e irlandeses, todos al servicio de la Corona española⁶.

⁴ Esta recopilación recoge la información de las cuatro carpetas de *Cartografía de Ultramar*: I. Mapas generales de América; II. Mapas de Estados Unidos y Canadá; III. Méjico; IV. América Central; más los ocho tomos del Catálogo: V. Colombia; VI. Venezuela, Guayana, Isla Trinidad; VII. Ecuador, Perú, Chile; VIII. Bolivia, Paraguay, Argentina, Islas Malvinas; IX. Uruguay, Brasil, América del Sur; X. Las Antillas; XI. Cuba, y XII. Santo Domingo

⁵ Hay un predominio de estudios sobre el cuerpo de ingenieros militares por autores españoles, que integran obra en América. Además de los que se citan en la bibliografía, destacamos a Alonso Báquer, 1972; Calderón Quijano, 1953; Capel et al., 1983; Moncada Maya, 1993; Muñoz Corbalán, 1990; Muñoz Corbalán, 2004. Además, recomendamos ampliamente *Geocrítica. Cuadernos Críticos de Geografía Humana*, que en sus portales de Scripta Nova y Biblio 3W, ha publicado numerosos artículos sobre el tema.

⁶ Archivo General de Simancas (AGS), *Guerra Moderna*, Málaga, 1722; Capel et al. (1988: 318).

Cuadro N° 1
 Distribución de ingenieros militares a lo largo del siglo XVIII en América

	1700-1720	1721-1768	1769-1800	1801-1808	Total
Nueva España	6	30	54	5	95
Cuba, Puerto Rico, Santo Domingo e Isla Trinidad	5	27	29	11	72
Florida, Luisiana y Tejas	1	7	8	7	23
Guatemala, Costa Rica, Honduras y Nicaragua	--	6	13	4	23
Colombia, Panamá, Ecuador, Venezuela	2	32	29	14	77
Argentina, Paraguay y Uruguay	2	5	22	7	36
Chile y Perú	1	11	22	10	44
Total	17	118	177	58	370

Fuente: Capel et al. (1988: 322).

Entonces, podríamos concluir que las expectativas estaban muy lejos de cumplirse en las primeras décadas del XVIII para los ingenieros en América. Y a ello podríamos añadir un par de razones más. No todos los ingenieros estaban en disposición de trasladarse a las Indias. Pretextaban razones de salud, compromisos familiares u obras no concluidas, por lo que buscaban apoyos y respaldos para evitar el pase. En un inventario realizado para Nueva España hemos reconocido al menos 16 ingenieros que estuvieron destinados a ese reino, no pasaron a América o bien pasaron a un destino distinto al del virreinato novohispano (Moncada, 1994: 77). José del Pozo, quien estuvo destinado en Río de la Plata, escribía en 1804 al respecto: "Se nombraba un ingeniero en América y se decidía no sólo la separación de su patria, de sus intereses y de todas sus relaciones en la sociedad, sino a veces hasta su propia existencia, obligado a un servicio, el más digno y meritorio y el que tal vez ha repugnado su constitución física suele ir a países malsanos donde por lo regular perece" (Gutiérrez y Esteras, 1993: 108-109).

Al respecto puede señalarse el drástico cambio que representó para la mayoría de ellos las condiciones ambientales en las plazas y puertos americanos. No era lo mismo estar destinado, por ejemplo, en la ciudad de México, donde desde aquella época se reconocía lo benigno de su clima, que pasar años en los ambientes tropicales de Veracruz, Acapulco o Campeche. La casi totalidad de ingenieros destinados en las costas, por los informes consultados, experimentaron diversas enfermedades: las "tercianas", fiebre síntoma de la malaria, el vómito negro y la fiebre amarilla se daban de manera frecuente, junto a otras enfermedades, desde Florida y Veracruz hasta Maracaibo y Cartagena y desde San Blas y Acapulco hasta las costas peruanas. Y poca oportunidad tenían de cambiar a un ambiente más sano. Ello fue importante, pues la casi totalidad de los ingenieros pasaron temporadas dedicados al diseño, construcción y reformas de fortalezas costeras.

Estas fueron algunas de las razones por la que, a partir de 1730, Verboom promueve el ascenso a la categoría superior a aquellos individuos que se desplazaran a continuar su mérito en

Indias. Así sucedió con Luis Díez Navarro y Felipe Feringán, quienes de delineantes ascendieron a ingeniero extraordinario al pasar a Nueva España. En cualquier caso, según nuestros datos hasta 1720 apenas se desplazaron a América un total de 17 ingenieros (véase Cuadro N° 1). Algunos territorios, como Florida y Chile, tuvieron su primer ingeniero en este periodo. Sin embargo, dentro del cuerpo había objeciones a esta política. Así, en una consulta realizada por la Dirección de Ingenieros en 1760, los comandantes se mostraban en desacuerdo en que marcharan los hombres de mayor experiencia, y lo mismo sucedía con los ascensos que se concedían a los ayudantes o delineadores por el sólo hecho de marchar a Indias. En un caso extremo, Gerónimo de la Rocha, quien había estado en Nueva España, recomienda la separación de comandancias de España y América, para evitar problemas en los ascensos, aunque el control debía seguir en la Península, “porque no hay necesidad de establecer Academias, ni Escuelas Prácticas en ese continente por los inconvenientes que se ofrecían” (véase Gutiérrez y Esteras, 1993: 67 y siguientes). En cualquier caso, era opinión general que nunca debía haber más de un tercio del total de ingenieros en Indias, incluso se señala que desde su creación el Cuerpo “ha sufrido el gravamen de tener oficiales en América”.

La llegada al trono del tercer Carlos (1759) trajo consigo reformas en muchos niveles en los territorios bajo soberanía española. Los diferentes cuerpos del ejército no fueron la excepción. En 1768 se da una nueva “Ordenanza” del cuerpo de ingenieros, que afectó positivamente el pase a América, pues a partir de entonces se les reguló como a cualquier oficial que se embarcaba con tropa, en cuanto a mesa, sueldo, gratificación, pagos anticipados, etc., pero sobre todo, se institucionaliza la antigua propuesta de Verboom respecto a la promoción automática a la categoría superior una vez que eran destinados a América, donde debían permanecer un mínimo de cinco años antes de pedir el retorno a la península. En la “Ordenanza” igualmente se establece que los ingenieros no podrán efectuar su viaje de regreso hasta que no hubiese llegado su reemplazo.

Es en el curso del último tercio del siglo XVIII que se destinaron poco más del 60 por ciento de los ingenieros militares al territorio americano (Cuadro N° 1). En 1778 el ingeniero director Silvestre Abarca informaba que estaban destinados en América únicamente 57 ingenieros, de los cuales el 60% se concentraban en Nueva España, Guatemala y las Antillas Mayores (Cuadro N° 2); esta grave situación obligo a que el mismo Abarca hiciera una primera propuesta para incrementar el número de ingenieros hasta 88, que era el número que consideraba indispensable, aunque posteriormente la incrementó a 110 individuos, incluidas las islas Filipinas (Capel et al. 1988: 330-335.)

La propuesta se debió considerar muy en serio por las autoridades de la Metrópoli, pues en ese mismo año de 1778 se destinan a América a 14 ingenieros y 7 ayudantes de ingeniero. De los 21, doce se destinan a Nueva España, cuatro a Lima, dos a Caracas, y uno a Portobelo y a Puerto Rico, respectivamente (Moncada, 1994: 77).

Cuadro N° 2
Distribución de ingenieros en América, 1778, según Silvestre Abarca

Dirección	Ingeniero Director	Ingeniero Jefe	Ingeniero en 2º	Ingeniero Ordinario	Ingeniero Extraordinario	Ayudante Ingeniero	Total
Habana		1	1	3	2	2	9
Puerto Rico			1	2	2		5

Continuación Cuadro N° 2

Dirección	Ingeniero Director	Ingeniero Jefe	Ingeniero en 2º	Ingeniero Ordinario	Ingeniero Extraordinario	Ayudante Ingeniero	Total
Santo Domingo		1		1			2
Nueva España	1	1	1	4	3		10
Cartagena	1		1	1			3
Guatemala	1	1	1	3	1		7
Buenos Aires			3	1			4
Caracas, Cumaná y Guayana			1	2	2		5
Perú y Chile			1	2	1		4
Panamá			1	1	2		4
Campeche			1				1
Guayaquil				1			1
Filipinas				1	1		2
Totales	3	4	12	22	14	2	57
En España	10	10	20	27	41	42	150
Gran Total	13	14	32	49	55	44	207

Fuente: Capel *et al.* (1988: 330).

En 1803 se da una nueva Ordenanza y, para el caso particular de los ingenieros en América en 1805 se da un “Reglamento Adicional a la Ordenanza del Real Cuerpo de Ingenieros, que S. M. ha resuelto se observe para el servicio de este cuerpo en Indias”, que afectaba no sólo a los individuos destinados en América, sino que también incluía a los que se encontraban en Filipinas e Islas Canarias. En él se establecía que todos los ingenieros de “la América Meridional y Septentrional, Asia e Islas Canarias [se] comprenderán bajo el nombre de División de Indias”, la cual se forma por 60 o 70 oficiales de las clases de capitán primero a director subinspector, repartidos en cinco direcciones y ocho comandancias, que respondían a igual número de virreinos y capitanías generales. La promoción automática a la categoría superior se mantiene, pero aumenta el tiempo de residencia en América: siete años como mínimo y diez como máximo. Sin embargo, los conflictos que se viven en ambos lados del Atlántico afectarán la estructura y funciones del cuerpo. La invasión napoleónica y la guerra de Independencia, así como los movimientos de emancipación americanos, traerían como consecuencia que esta reforma tuviera poco impacto, y que el número de ingenieros destinados en América disminuyera de manera considerable.

La formación cartográfica

Señalamos líneas arriba que, como militares, su labor principal fue la defensa de los territorios bajo soberanía española, aunque intervinieron en numerosas tareas de carácter civil. De la mayor

parte de su obra nos legaron valiosas descripciones, así como numerosos levantamientos cartográficos. Ello se explica por la formación científica que recibieron en las Academias de Matemáticas, donde el dibujo fue una de las actividades dominantes de sus estudios. Si bien la Real Escuela Militar de Matemáticas de Barcelona se crea en 1716, se materializa cuatro años después, en 1720 (Capel, 1988: 110). En todas las clases estaba implícito el dibujo y levantamiento de planos, lo cual se hace explícito en el programa de estudios propuesto por Verboom en 1730 (Cuadro N° 3).

Cuadro N° 3

Síntesis del Programa de cursos propuesto por Verboom, 1730

Primer Año 1ª Clase	Aritmética numeraria y característica; Geometría especulativa y práctica; A partir del tercer mes, prácticas en el campo (trazar figuras regulares por alineamientos sencillos y uso de instrumentos; Iniciación al dibujo
2ª Clase	Repaso de geometría; Teórica de la planimetría: trigonometría rectilínea y circular, secciones cónicas; Uso de instrumentos matemáticos (cuadrante, plancheta, niveles); Dibujo práctico, "prefiriendo lo útil a lo deleitoso"; Ejercicios de campaña
Segundo Año 3ª Clase	Repaso y secciones cónicas; Mecánica y maquinaria; Elementos de fortificación regular e irregular; Dibujo (figuras, edificios civiles y militares, planos y mapas); máximas militares sobre la guerra y ataque y defensa de plazas.
4ª Clase	Fortificación; Arquitectura (forma de proyectar, tasar y evaluar los edificios sobre el papel y en el campo, construcción, materiales); Prácticas de dibujo sobre arquitectura, Lavado de planos; Ejercicios de campaña: levantar todo género de planos y nivelación; Conferencias sobre óptica, perspectiva, hidráulica, astronomía, geografía universal.
Tercer año 5ª Clase	Ingeniería y construcción civil y militar; Navegación y teórica de las demarcaciones, con el uso de los instrumentos que sirven al pilotaje; Formación de mapas de marina por teórica y, si fuera posible, por práctica; Tratado sucinto de artillería, minas y contraminas; Teoría y práctica de tierras, de agua y carruajes; Conducción de agua; Dibujo; Prácticas: formar en el campo un frente de fortificación listo para se atacado y defendido.
6ª Clase	Repaso general, "excitando en la Academia y fuera de ella una prudente controversia entre los alumnos"; Filosofía natural; Práctica de ataque y defensa del frente de fortificación.

Fuente: Capel *et al.* (1988: 120).

Por supuesto que el plan presentado por Verboom sufrió diversas modificaciones a lo largo del siglo, siempre enriqueciendo la formación de los alumnos. Así, en 1739, Pedro Lucuce, entonces

director de la Academia de Barcelona, propone un nuevo plan de cuatro cursos de nueve meses cada uno, que puede resumirse así:

Primer curso: aritmética, geometría, trigonometría, topografía y, un día a la semana, explicación de la esfera celeste; segundo curso: artillería, fortificación, ataque y defensa de plazas y táctica, con una lección semanal de geografía; tercer curso: mecánica y maquinas, hidráulica, construcción y, en la clase semanal, perspectiva, gnomónica y formación y uso de cartas geográficas; el último curso estaba a cargo del director de dibujo, "el cual debía regular sus enseñanzas de acuerdo con lo que dispusiera el director de la Academia y el inspector, y estaba destinado a la práctica del dibujo y a la elaboración de proyectos de edificios civiles y militares". (Capel *et al.*, 1988: 128-131).

Galcerán nos especifica que esta última clase era

"esencialmente práctica... [y] En ella se profundiza en la elaboración de planos, la delimitación, la aplicación de colores y la formación de plantas, alzados y secciones. Todo esto se aplica en la confección de planos de plazas y terrenos, en la realización de mapas y, finalmente, en la redacción de memorias y relaciones que acompañaran los proyectos" (Galcerán, 2004: 156).

La cartografía, como saber estratégico, debía incorporar en su enseñanza su lectura e interpretación. Y para ello se enseñaba desde lo básico, como podía ser el papel a utilizar. De acuerdo con Lluís Cortada (cfr. Galcerán, 2004: 159), el papel utilizado era catalán aunque a partir del siglo XVIII se empieza a utilizar papel procedente de Inglaterra y Holanda; se recomendaba que fuera de grano fino y de cuerpo uniforme, y debía disponerse de un abasto suficiente, en un lugar seco, pues si el papel era viejo, el lavado de los colores era mejor. En la mayoría de los casos, el formato del papel era rectangular, aunque ello dependería de los dibujos a realizar.

Los instrumentos de trabajo más comunes eran lápiz con mina de plomo, que podía ser blando o duro, gomas de migas de pan, reglas y escuadras de madera. Era recomendable contar con más de un compás, que servían para trazar arcos y círculos como para transportar medidas; normalmente eran de cobre con extremos intercambiables, para lápiz y tinta. Las plumas para dibujar eran semejantes a las de escribir, las cuales "con independencia de su procedencia (cuervo, cisne, pato doméstico o pavo) debían cumplir con cinco condiciones básicas: ser duras, de forma redondeada (y no esquinada), gruesa en su grado, clara y transparente, y pertenecer al ala derecha del ave." (*ibídem.*). Esto último estaba lejos de ser un capricho, simplemente es que se ajustaban mejor a la mano (González Tascón, 1992, I: 71). Para colorear se utilizaban pinceles con pelo de animales, como marta o ardilla, en cañones de plumas de oca o de cisne (Galcerán, 2004: 159).

Además, era necesario contar con "portalápices, cortaplumas, pinzas de cobre para sostener los dibujos, agujas finas para poder atravesar los papeles en la realización de copias, portaguas y vasos de loza, frasquitos de cristal y recipientes en forma de concha para poder preparar los colores" (Galcerán, 2004).

Las tintas utilizadas en la delimitación de planos podían ser de tres tipos: negro de estampa, tinta china o tinta común. En cambio, las tintas de color eran muy diversas. Basado en la obra "Arte de lavar un plano...", González Tascón indica los productos de donde se obtenían los colores más

usados en la elaboración de planos, tanto en Europa como en América. Los elementos más utilizados eran “la tinta de la china, el carmín, el ultramar, la gutagamba, el verde-gris líquido o color de agua, el bistre, el índigo, el verde vejiga, el verde iris, el azul de Prusia y el bermellón. Cada uno de ellos nos da los colores negro y gamas de grises, carmín, azul celeste, amarillo, azul claro, marrón oscuro ligeramente amarillento, verde, azul oscuro y bermellón, respectivamente (González Tascón, 1992: 74; Galcerán, 2004: 159). A los que podemos sumar todos aquellos colores resultado de la mezcla de los básicos aquí mencionados⁷.

Desde el siglo XVI ya existían criterios formales para el levantamiento de planos, institucionalizados más en la tradición que en una normativa. Como se señaló líneas arriba, la presencia de ingenieros italianos, franceses y flamencos influyó, sin duda, en la elaboración de criterios de representación, tales como simbología, escalas, colores, etc.

Hasta antes de las primeras ordenanzas del cuerpo de ingenieros ya existían algunas normas muy utilizadas en la elaboración de planos. El color amarillo estaba reservado a las obras proyectadas aun no realizadas, el rojo para obras que han de ser demolidas, el gutagamba para las obras que se realizan en los sitios, como las trincheras, el color de agua para representar las aguas, el bistre para las estructuras de madera, el índigo para el cristal, el bermellón para las tejas. Mezclas de colores permitirían representar fosos secos, arenas, tierras laborables, hierro (Galcerán, 2004: 160).

Con la “Ordenanza” de ingenieros de 1768 se norma el “Método de levantar los mapas, y formar los planos”⁸ para los ingenieros. Destacamos algunos de los puntos principales:

Art. 2 El método de levantar los Mapas, quedará al arbitrio del ingeniero encargado de esta comisión... Y a fin de que sean unas mismas las cifras y notas con que señalen las Plazas, Ciudades, Villas, ..., cuidará el Ingeniero General de disponer un Formulario a que se arreglen.

Art. 3 La escala que se hayan de levantar los Mapas, será proporcionada a que se puedan expresar con claridad los principales Montes, Valles y Gargantas, los Ríos, Arroyos, Lagunas, Caminos, y Veredas... para que después, reducidos a la escala de cinco mil varas por pulgada castellana, sean inteligibles y manejables.

Art. 5 Se pondrá especialísimo cuidado de detallar las Fronteras...

Art. 7 Se acompañarán al Mapa Relaciones circunstanciadas, que expliquen los caminos que sean carreteros, los de herradura... las sendas, y gargantas por donde, en caso de una Guerra, puedan los Ejércitos transitar...

Art. 8 Anotarán los puestos donde hubiere Aduanas Reales, el Vecindario, y número de casas de cada población, las Parroquias, Abadías, Conventos, y número de Iglesias...

Art. 9 Harán descripción de cada Término, explicando las tierras de labor que tenga, los frutos de que abunda, la entidad de sus cosechas, y ganados, y los ríos, u otras aguas, que con el arte puedan con más, o menos facilidad beneficiar, y fertilizar los terrenos...

⁷ González Tascón describe la forma de elaborar las tintas para escribir y dibujar, así como los distintos colores utilizados en el lavado de planos, utilizando gomas, minerales, plantas, semillas, maderas, etc. (González Tascón, 1992: 73-79).

⁸ Título séptimo de las Ordenanzas de S. M para el servicio del cuerpo de Ingenieros en guarnición, y campaña. Tomo Cuarto. Subdividido en tres tratados de Orden de S. M. Madrid: En la Oficina de Antonio Marin, Impresor de la secretaría del despacho Universal de la Guerra. Año de 1768.

Art. 10 ... cuidarán de reconocer, y explicar en lo que consistan los bosques... si podrán dar madera para construir Bajeles, o para el uso de Artillería...

Art. 11 Notarán los Lugares en que se hallen establecidas Fábricas de Paños, Sedas, y Lienzos, o cualesquiera otras industrias...

Art. 12 Asimismo el estado en que se hallen las de los géneros de Guerra..., que son las de Pólvora, Fierro colado, o batido, Resinas, Cáñamos... las de ladrillos, cal, teja y demás materiales convenientes a la construcción, y reparo de sus fortificaciones.

Art. 13 Harán examen de si los caminos Reales se pueden mejorar, y hacer más cortos... (Muñoz Corbalán, 2004: 485-493).

La Ordenanza de 1803, detalló aún más la normativa. Así, las escalas se especificaron en diferentes artículos:

Art. 3º La escala sobre que se han de levantar los mapas deberá proporcionarse de modo que sea fácil percibir los errores o equivocaciones que se cometan, y puedan expresarse con claridad las montañas, sus direcciones, enlaces y gargantas, los valles, ríos, arroyos, lagunas, caminos y veredas; trabajando los mapas por partes, para reducirlos después a la escala que se haya determinado, y será en los casos ordinarios una de los cuatro que se señalarán en el artículo 7º.

Art. 7º las escalas proporcionadas para poner los mapas en limpio serán de cuarenta y ocho leguas por pie de Burgos para los de todo un Reino; de veinte y cuatro leguas por pie para los de una provincia, y de doce leguas por pie para los de un partido; más siempre que por estos mapas se haya de manifestar algún proyecto en grande, obra ejecutada de caminos, canales, etc., y también en el caso de que hayan de servir para las operaciones de la guerra, será la escala de seis leguas por pie, aunque sea necesario dividir el mapa en varias hojas. En estos últimos casos se pondrán los planos separados o en una orla al margen todos los puntos particulares que exijan mayor detalle, añadiendo en todos los mapas de las cuatro escalas expresadas a cada población el carácter que le corresponda y las señales de su condecoración.

Art. 10º Se formarán los mapas de las dos primeras escalas prefijadas en el artículo 7º, marcando en sus contornos los grados de longitud y latitud, y lo de las dos últimas, señalando los grados y minutos divididos de diez en diez; procurando que en todos se halle el Norte hacia la parte superior del mapa, o se vean de Norte a Sur, sea lo que fuere la figura del reino, provincia o partido.

En cualquier caso, las condiciones de trabajo condicionaban la representación. Las escalas se presentaron gráficamente, por regletas dibujadas en la parte inferior del plano; finalmente, en 1757 se publicaba un gráfico con 13 escalas diferentes (Paladini, 1989: 64).

Respecto a la simbología, aunque se intentó establecer una normativa, se respetaban los criterios básicos basados en muchos casos en la tradición militar. Por ello las ordenanzas no eran demasiadas rígidas al respecto. Sin embargo, ya en 1757 se establecieron 38 signos diferentes para representar en los mapas las villas y ciudades, edificios religiosos, civiles, los límites, caminos, corrientes de agua, etc., que se ampliaron a 75 en la "Ordenanza" de 1803 (Paladini, 1989: 71).

Un último aspecto es la elección del meridiano de origen para determinar la longitud geográfica; en la península fue común utilizar los de la Isla de Hierro y Cádiz. Para los mapas levantados

en América fue frecuente el uso del meridiano de Tenerife, aunque en el caso de la expedición de California (1768) se llegó a utilizar el meridiano del puerto de San Blas.

Terminamos este apartado indicando la creación de nuevas academias. En 1732 se crea la de Orán y en 1739 la de Ceuta, que por supuesto replicaron los planes de estudio de Barcelona. Para finales de siglo se cierran las academias de Orán y Ceuta pero se abren nuevos centros de estudio en Cádiz y Zamora, en la península, más la de Barcelona que continúa funcionando sin problemas hasta los inicios del siglo XIX, pues en 1803 desaparecen Barcelona y Cádiz, ante la creación de la nueva Academia de Ingenieros de Alcalá de Henares, mientras que la de Zamora se transforma en un centro general para oficiales (Capel, 1988: 198 y ss.).

La obra cartográfica

Queda claro que la formación adquirida en las academias permitió a sus egresados participar en muy diversas obras; asimismo, que levantar planos y mapas era parte sustancial de su empleo. Los proyectos en que intervinieron los ingenieros militares fueron muy variados, y respondieron a los intereses dominantes de la Corona a lo largo del siglo. De hecho, como se señaló líneas arriba, en la "Ordenanza" de 1718 ya quedan explícitas las posibilidades.

Por todo ello, resulta difícil resumir en pocas cuartillas la obra cartográfica de los ingenieros militares en un territorio tan vasto como el americano, y a lo largo de un siglo que se caracterizó por los cambios estructurales. Puede decirse que los conocimientos geográficos y cartográficos respaldaron la organización del territorio que promovió la nueva casa reinante en el siglo XVIII. La cartografía será la demostración gráfica del cambio impulsado por las reformas borbónicas.

La ciencia militar, y por tanto la cartografía elaborada por ellos, era eminentemente práctica, y refleja la formación de sus individuos, que en el caso de los ingenieros se dio en las Academias de Matemáticas, donde la enseñanza del dibujo era fundamental para el futuro ingeniero, ya fueran levantamientos topográficos, arquitectónicos o diseño de obras públicas. Pero, además, hay que reconocer en muchos de estos mapas y planos, la combinación de técnica y arte.

Para facilitar la comprensión de la obra de los ingenieros militares, hemos agrupado su cartografía en los tres grandes rubros que definen las "Ordenanzas": Obra militar, arquitectura civil y religiosa y obra urbanística, y obra pública.

Cartografía militar⁹. Tal vez los elementos más representativos sean los planos de lo que en forma genérica se denominan fortalezas, construidas a lo largo de las costas americanas, y en donde deben incluirse plazas fuertes, ciudadelas, castillos y fuertes; sin embargo, debe considerarse la existencia de muchas obras complementarias, que formaban parte de dichas fortalezas, y que se levantaban de forma independiente ya sea porque se necesitaba obra nueva o por reparación o mejora, incluye "baluartes, cortinas, caballeros, baterías, hornabeques, revellines,

⁹ Aquí incorporamos parcialmente la clasificación de los materiales cartográficos militares elaborada por Paladini (1989: 85)

contraguardias, foso y puentes”, aljibes, etc. De igual manera se comprenden los planos de otros edificios de carácter militar o para uso de militares, como fueron cuarteles, arsenales, fabricas, como podían ser las fundiciones de artillería, fábricas y molinos de pólvora, almacenes, hospitales militares (Figura N° 2).

Figura N° 2

Juan Garland. Puerto de Valdivia, ca. 1760

Este plano es una clara muestra de que los puertos más importantes de América se defendían por un conjunto de fuertes y baluartes. Este esquema se reproduce, por ejemplo, en Cartagena de Indias, la plaza más fortificada de América



Fuente : Bibliothèque Nationale, Paris, Cartes et Planes, Prt. 169, Div. 5, pièce 5.

Un listado necesariamente incompleto de las principales plazas donde se construyeron fuertes se muestra en el Cuadro N° 4. Estas obras están, o estuvieron, presentes en casi todos los países iberoamericanos, excepciones notables son Ecuador y Bolivia en América del sur, y El Salvador y Costa Rica en Centroamérica. Se debe insistir que pese a ser los ingenieros una corporación científico-técnica, era ante todo militar, sometida a un modelo internalista, sin vocación de transmisión ni difusión pública, por tanto, sus representaciones sólo se transmitían entre los elementos del cuerpo que participaban en el desarrollo de una obra, pues dado su reducido número era muy difícil que participaran en ella de principio a fin.

Cuadro N° 4
Principales fortalezas americanas¹⁰

País	Fortalezas
Estados Unidos de América	San Marcos de los Apalaches San Agustín de la Florida
México	San Juan de Ulúa San Carlos de Perote San Diego, en Acapulco San Felipe de Bacalar Campeche
República Dominicana	Santo Domingo
Cuba	Real Fuerza de la Habana El Morro de la Habana San Carlos de la Cabaña El Morro de Santiago de Cuba
Puerto Rico	San Felipe del Morro San Cristóbal
Guatemala	San Felipe del Golfo Dulce
Honduras	Santa Bárbara San Fernando de Omoa Rio Tinto
Nicaragua	Río San Juan
Panamá	Panamá Portobelo San Lorenzo el Real de Chagre
Colombia	Cartagena de Indias Santa Marta Río Hacha
Venezuela	Puerto Cabello Cumaná Isla Margarita La Guaira
Perú	Lima El Callao
Chile	Valparaíso Valdivia Biobío Chiloé
Argentina	Buenos Aires
Uruguay	Sacramento Santa Teresa San Miguel

Fuente: Capel *et al.*, 1983; Calderón Quijano, 1996; Gutiérrez, 2005.

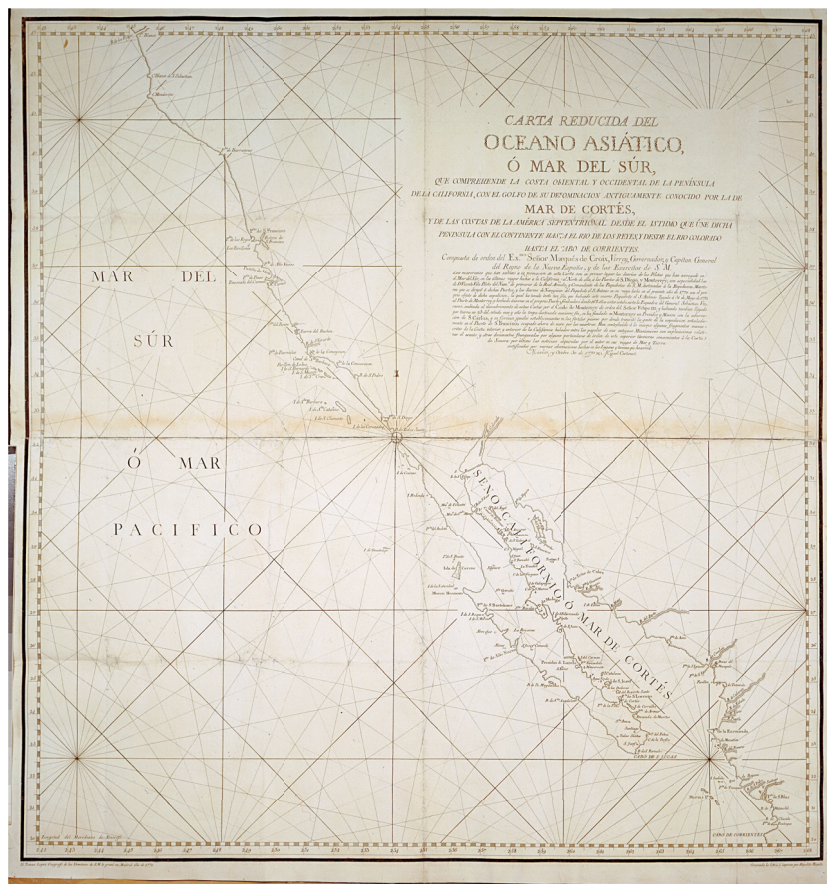
¹⁰ Para comodidad del lector, se refieren los nombres actuales de los países.

Este tipo de cartografía es la más numerosa entre los ingenieros militares, toda vez que además de representar todo tipo de instalaciones militares junto con su entorno inmediato, que tenían un carácter reservado, igualmente comprendían los reconocimientos territoriales, ya tuvieran fines de expansión y ocupación o bien de consolidación territorial. En esta línea se reconocen los trabajos cartográficos que acompañan a la expedición de California (1768), donde participa el joven ingeniero Miguel Constanzó; las visitas a los presidios internos donde son responsables de la cartografía Francisco Álvarez Barreiro (1724-1728) y Nicolás de Lafora (1766) (Moncada, 2012), o los muy importantes trabajos cartográficos levantados por Félix de Azara en la delimitación de la frontera hispano-portuguesa (1781). Esta nueva cartografía permitió, gracias a las observaciones astronómicas, la corrección de numerosos errores. Pero, además, se logró una nueva forma de representación, ya no será de colores brillantes y de hermosas ilustraciones. Será de usos prácticos y precisos (Velázquez, 1980).

Figura N° 3

Miguel Constanzó. Carta reducida del Océano Asiático o Mar del Sur..., 1770

Esta carta acompañaba al *Diario Histórico de los Viages de Mar y Tierra hechos al Norte de California*, del mismo autor, y señala algunas de las fundaciones alcanzadas, como San Diego y Monterrey. En la leyenda hace explícitos los materiales utilizados para su construcción.



Arquitectura civil y religiosa y obra urbanística

Contra lo que pudiera creerse, la participación de los ingenieros en la arquitectura civil y religiosa fue bastante limitada, aunque muy diversa. Sus actividades prioritarias nos les permitían dedicar demasiado tiempo a estas obras; y, sin embargo, hubo un reducido número de ingenieros que participó en la realización de proyectos o en la dirección de las obras. En muy pocos casos el ingeniero tuvo a su cargo todas las etapas de la construcción de una obra. Además, debemos recordar que la Real Hacienda se oponía a pagar los sueldos de los ingenieros cuando éstos se hallaran destinados a la construcción de obras públicas o de particulares que contaran con fondos propios. Por ello se estableció que “por ningún motivo, ni bajo cualquier pretexto se emplearan en obras públicas ni de particulares, en América, los ingenieros que pertenecieran a la precisa dotación de estas plazas y provincias por la notable falta que hacían para la defensa de estos dominios” (Gutiérrez, 1984). En cualquier caso, ante la falta de técnicos especializados, las autoridades no dudaron en recurrir a los ingenieros militares.

Una revisión de los planos elaborados nos permite establecer que los ingenieros participaron en el diseño, construcción o reformas de: hospitales, aduanas, casas de moneda, faros y plazas de toros; igualmente participaron en casas de correo, cárceles y tribunales y casas de gobierno-cabildos y palacios (véase Capel *et al.* 1983; Laorden, 2008).

Otro aspecto relacionado a esta línea de trabajo se refiere a la construcción de fábricas, por ejemplo, las de tabaco en México, Guatemala, Panamá, La Habana, Lima y Buenos Aires; participaron igualmente en fábricas de pólvora y de azufre, almacenes, fundiciones e imprentas. Por último, no podemos dejar de mencionar su destacada participación en la arquitectura religiosa. A lo largo de todo el continente quedan muestras de su genio, ya sean pequeñas iglesias, conventos o grandes catedrales.

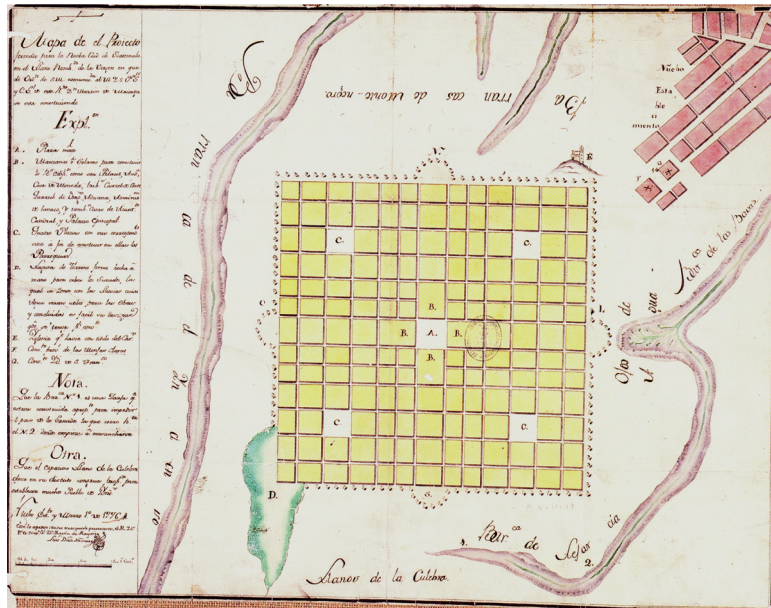
Deseamos destacar que los ingenieros militares fueron importantes promotores de la arquitectura y urbanismo neoclásico en América. Muchas de sus obras reflejan este orden arquitectónico, especialmente a partir del último tercio del siglo XVIII.

La intervención de los ingenieros dentro del ámbito urbanístico fue muy variada: empedrado de calles, limpieza de acequias, abastecimiento y evacuación de agua, proyectos de Plaza Mayor -como los realizados en Buenos Aires, Guatemala y México-, o proyectos completos de nuevas ciudades, como fue el caso de Nueva Murcia en Argentina, o la Nueva Guatemala.

Bajo estas normas, la Plaza Mayor sirvió como “eje de la vida y personalidad de la ciudad, ejerciendo una indiscutible centralidad funcional y representativa en el conjunto de la mancha urbana” (Ribera, 2002: 292). En la plaza no sólo se realizaban actividades mercantiles y de reunión, si no que en ella se daba la concentración de todo tipo de acciones para goce y disgusto de la sociedad. Así, en ese espacio se daban fiestas y ceremonias oficiales por muy variados motivos: la entrada de un nuevo virrey, los matrimonios reales, la canonización de un nuevo santo, así como procesiones y corridas de toros; ahí se ubicaba la pila o fuente pública, indispensable para abastecer a los habitantes de la ciudad, pero también ahí se encontraba la horca, que también fue un motivo para reunir a la gente y advertirla con ese sombrío espectáculo, de lo que les pasaría en dado caso de cometer alguna grave falta.

Figura N° 4

Luis Diez Navarro. Mapa del Proyecto formado para la Nueva Ciudad de Guatemala, 1776 Como consecuencia de la destrucción de la ciudad de Guatemala, ahora conocida como Antigua, se ordena la realización de un proyecto para el traslado de la misma. Refleja el urbanismo neoclásico, característico del último tercio del siglo XVIII



Fuente: Archivo General de Indias, España. ES.41091.AGI/27.13//MP-GUATEMALA,220.

La visión de proporcionar un mejor ambiente a la ciudad americana, tanto por la acción de gobernantes ilustrados, como de ingenieros y arquitectos, aportó una serie de modificaciones al paisaje urbano: el caos fue sustituido por el orden, permitiendo que el espacio se abriera. El nuevo espacio generado por las ideas borbónicas ilustradas trajo el confort a los pobladores, proporcionado por la disposición de los elementos arquitectónicos y los materiales de éstos. Así, puede establecerse que “lo ordenado, lo recto, lo simétrico, lo parco, lo uniforme, lo limpio, lo bien hecho y lo funcional, valores que estaban en boga... se corresponden con el racionalismo clásico de los enciclopedistas y con el estilo neoclásico en arquitectura” (Lombardo, 1978: 171).

Obras Públicas

Gracias a la formación técnico-científica adquirida en las Academias de Matemáticas, los ingenieros militares pudieron desarrollar una adecuación del territorio acorde con las necesidades del régimen colonial. Ello se vio reforzado con la división del cuerpo en tres ramos que en cierta manera institucionalizaba la participación de los ingenieros en obras públicas¹¹.

¹¹ La nueva estructura, de 1774, contemplaba la división del cuerpo en tres Ramos: Plazas y fortificaciones del Reino, Academias militares y Caminos, puentes, arquitectura civil, canales de riego y navegación.

Muy ligada a la fortificación se halla la obra de los ingenieros en puertos. Se ha reconocido la participación de los ingenieros militares en 29 puertos de América y Filipinas, fueron los grandes centros de su atención, pues representaban el punto de enlace de las colonias con la metrópoli y, sobre todo, eran el enclave defensivo por excelencia. Pero, además, por el hecho de ser plazas militares, todo planteamiento urbanístico que las afectase tendría que disponer cuando menos, del beneplácito y autorización militar.

Contrasta su labor en los puertos, con el corto número de obras públicas, en sentido estricto, en que participaron, como caminos, puentes y obra hidráulica. Ello se explica, parcialmente, por el reducido número de ingenieros destinados en América y porque sus actividades prioritarias nos les permitían dedicar demasiado tiempo a este tipo de obras.

Si bien podemos considerar que las comunicaciones son un instrumento fundamental para lograr la integración territorial, lo cierto es que los caminos de la época colonial sirvieron más como vías de extracción que como elementos de integración. No olvidemos que, por ejemplo, la ruta Veracruz-México-Acapulco era complementaria a los ejes de transporte oceánico que enlazaban al virreinato con los grandes centros comerciales de Europa.

Por obvias razones, la gran mayoría de estas obras las hemos localizado en Nueva España, donde participaron en ocho caminos y siete puentes. En Centroamérica y Suramérica, hallamos la participación de los ingenieros en caminos y puentes, a través de su cartografía regional. Ejemplos de ello lo vemos en Luis Diez Navarro en Guatemala, Carlos Cabrer, Antonio de Arévalo y José Galluzo en Nueva Granada; Fermín Rueda, Miguel Marmión y Francisco Jacot en Venezuela, o Manuel Olaguer, José Antonio Birt, Pedro Rico y Mariano Pusterla en el territorio de Perú y Chile (Capel et al., 1983; Laorden, 2008).

Obra Hidráulica. Los ingenieros militares desarrollaron la vertiente práctica de la hidrología como parte de su actividad profesional; con respecto a su participación en obras hidráulicas, la de mayor importancia a lo largo del siglo XVIII fue, sin duda, el desagüe del Valle de México, sin duda, el mayor reto científico-tecnológico que enfrentaron las autoridades del México colonial, donde participaron un gran número de ingenieros destinados en Nueva España (Moncada, 1992).

En cuanto a canales, sólo señalamos la participación de los ingenieros militares en tres grandes proyectos en territorio americano; dos de ellos, de gran importancia geopolítica, nunca se realizaron: el canal interoceánico en el Istmo de Tehuantepec, en territorio novohispano, y el canal en el Lago de Nicaragua. El tercero es el Canal del Dique, en Colombia, que permitió comunicar a Cartagena de Indias con el interior del país, a través del río Magdalena (Lucena y Córdoba, 1986).

A ello debemos añadir su participación en proyectos de abastecimiento de agua a diferentes ciudades –Veracruz, Guadalajara, El Callao, Cartagena de Indias, Santiago de Chile, Córdoba, La Habana o San Juan de Puerto Rico–, tema de primera necesidad en los proyectos urbanísticos ilustrados.

Queremos hacer explícito que este listado de obras, necesariamente incompleto, sólo pudo ser posible gracias a los planos y mapas existentes en los repositorios ya señalados. Pero igual-

Figura N° 5

José Joaquín de Ysasy y José María Alexandre. Reconocimiento del Gran Lago de Nicaragua, s.f. Mapa realizado con el objetivo de encontrar una comunicación del lago de Nicaragua con ambos océanos, para establecer un canal



Fuente: Archivo Nacional de Colombia, Bogotá, mapoteca 6, N° 6.

mente hay otros más, así como copias de muchos de ellos, en archivos y mapotecas de instituciones de Estados Unidos y Europa¹².

A manera de conclusión

Debe reconocerse que el Real Cuerpo de Ingenieros del Ejército fue un colaborador eficaz de la monarquía española, consecuencia de la formación técnico-científica obtenida en las Academias de Matemáticas. Destacan sus tareas en la organización territorial a través de su intervención directa en la fortificación y defensa de las costas, lo que implicó trabajar numerosos puertos de la América y su entorno inmediato. De igual manera, al colaborar en las obras públicas, como fueron los caminos, ayudaron a estructurar territorialmente las posesiones hispanas, sobre todo si se toma en cuenta que muchas de estas obras se realizaron por intervención de las autoridades virreinales con el fin de comunicar los extensos reinos que se establecieron. Y, pese a lo anterior, el poder que ejercieron dichas autoridades fue más ficticio que real, dados los grandes vacíos que hubo que confrontar, ya sea por los desiertos, las selvas o las cadenas montañosas.

¹² Recordemos que de la gran mayoría de los mapas y planos se hacían varias copias, que se distribuían entre la Dirección de ingenieros del virreinato, la autoridad virreinal, la Dirección de ingenieros en la Metrópoli, la Secretaría de Indias, etc. Todo ello dependía de la obra a realizar.

También es necesario destacar que los ingenieros al viajar hacia América no llegaban a un vacío cultural. La mayor parte de los ingenieros destinados al nuevo continente vivieron una de las etapas más ricas de la cultura y el conocimiento científico en Hispanoamérica: La Ilustración. Sin duda que su relación con los ilustrados iberoamericanos, tanto peninsulares como criollos, enriqueció el saber científico adquirido en las academias, adquiriendo nuevas habilidades y conocimientos que después aplicaron en beneficio de las colonias. El conocimiento que se obtuvo del Nuevo Mundo, se convirtió en un poderoso estímulo para el progreso de muchas artes y ciencias, entre ellas la geografía y la cartografía.

Los mapas que levantaron ayudan a entender, al menos parcialmente, algunos de los procesos de la ocupación territorial que tuvo lugar a finales del siglo XVIII. Sus numerosas y detalladas descripciones son ahora reconocidas como importantes fuentes de información sobre la disponibilidad de recursos naturales y humanos de la América española del siglo XVIII.

Finalmente, hay que reconocer que la cartografía levantada por estos ingenieros, fue la base de la cartografía científica que se elaboró por los técnicos y académicos del siglo XIX en todos los países iberoamericanos.

Referencias bibliográficas

ALONSO BÁQUER, M. *Aportación militar a la cartografía española en la historia contemporánea*. Madrid: CSIC, 1972.

ARCHIVO GENERAL DE LA NACIÓN. *Catálogo de ilustraciones*. México: Archivo General de la Nación, 1979-1982, 14 volúmenes.

CALDERON QUIJANO, J.A. *Historia de las fortificaciones en Nueva España*. Sevilla: Escuela de Estudios Hispano-Americanos, 1953.

CALDERON QUIJANO, J.A. *Las fortificaciones españolas en América y Filipinas*. Madrid: Editorial MAPFRE, 1996.

CAPEL, H. *Geografía y Matemáticas en la España del siglo XVIII*. Barcelona: Oikos-tau, 1982.

CAPEL, H., SANCHEZ, J.E. y MONCADA, O. *De Palas a Minerva. La formación científica y la estructura institucional de los ingenieros militares en el siglo XVIII*. Barcelona/Madrid: Serbal/CSIC, 1988.

CAPEL, H.; GARCIA, L.; MONCADA, O.; OLIVE, F.; QUEZADA, S.; RODRIGUEZ, A.; SANCHEZ, J.E. y TELLO, R. *Los ingenieros militares en España, siglo XVIII. Repertorio biográfico e inventario de su labor científica y espacial*. Barcelona: Universitat de Barcelona, 1983.

Cartografía Novohispana. Una colección de los manuscritos y grabados que, al respecto, se conservan en el Museo Naval de Madrid. México: Editada por J.I. ECHEAGARAY, Introducción y fichas de M. MARTÍN-MERAS, Prefacio de M. del C. VELÁZQUEZ, San Ángel Ediciones, 1980.

DE LAFORA, N. *Relación del viaje que hizo a los presidios internos situados en la frontera de la América Septentrional*, con un Liminar bibliográfico y acotaciones por V. ALESSIO ROBLES. México: Pedro Robredo, 1939.

GALCERÁN VILA, M. El dibujo y su utilización en la transmisión de información. En: MUÑOZ CORBALÁN, J.M. (coordinador). *La Academia de Matemáticas de Barcelona. El legado de los ingenieros militares*. Barcelona: Ministerio de Defensa, 2004, p. 155-165.

GONZÁLEZ, J. *Catálogo de Mapas y Planos de Venezuela*. Madrid: Dirección General de Archivos y Bibliotecas, Archivo General de Indias, 1968.

GONZÁLEZ, J. *Catálogo de Mapas y Planos de Santo Domingo*. Madrid: Dirección General de Archivos y Bibliotecas, Archivo General de Indias, 1973.

GONZÁLEZ, J. *Catálogo de Mapas y Planos de la Florida y la Luisiana*. Madrid: Dirección General del Patrimonio Artístico, Archivos y Museos, Archivo General de Indias, 1979.

GONZÁLEZ TASCÓN, I. *Ingeniería española en Ultramar (siglos XVI-XIX)*. Madrid: CEHOPU/CEDEZ/MOPU/Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puentes, 1992. 2 volúmenes.

GUARDA, G. *Flandes indiano. Las fortificaciones del Reino de Chile, 1541-1826*. Santiago de Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile, 1990.

GUARDA, G. Influencia militar en las ciudades del Reino de Chile. *Boletín de la Academia Chilena de Historia*, 1966, XXXIII, Nº. 75, p. 5-55.

GUTIÉRREZ, R. *Fortificaciones en Iberoamérica*. Madrid: El Viso, 2005.

GUTIERREZ, R. y ESTERAS, C. *Arquitectura y fortificación. De la Ilustración a la Independencia Americana*. Madrid: Ed. Tuero, 1993.

INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR. *Atlas cartográfico digital del Reino de Chile. SIGLOS XVII-XIX*. Santiago de Chile, 2002. CD Rom.

LAORDEN RAMOS, C. *Obra civil en Ultramar del Real Cuerpo de Ingenieros*. Madrid: Ministerio de Defensa, 2008. 2 tomos.

LOMBARDO DE RUIZ, S. Ideas y proyectos urbanísticos de la ciudad de México. 1788-1850. En: MORENO TOSCANO, A. (coordinador). *Ciudad de México. Ensayo de construcción de una historia*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia, 1978, p. 169-188.

LUCENA, M. y CÓRDOBA, A. Ciencia y espacio colonial: Los proyectos del canal del Dique en el siglo XVIII. En: PESET, J.L. (coordinador). *Ciencia, Vida y Espacio en Iberoamérica*. Madrid: CSIC, 1986, p. 21-44.

MONCADA MAYA, J.O. *Ingenieros Militares en Nueva España. Inventario de su labor científica y espacial. Siglos XVI a XVIII*. México: Instituto de Geografía, UNAM, 1993.

MONCADA MAYA, J.O. *El ingeniero Miguel Constanzó. Un militar ilustrado en la Nueva España del siglo XVIII*. México: Instituto de Geografía, UNAM, 1994.

MONCADA MAYA, J.O. *Miguel Constanzó y la Alta California. Crónica de sus viajes (1768-1770)*. México: Instituto de Geografía, UNAM, 2012.

MONCADA MAYA, J.O. La obra hidráulica de los ingenieros militares en la Nueva España. *Quipu, Revista Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnología*, 1990, Vol. 7, N° 3, p. 293-311.

MUÑOZ CORBALÁN, J.M. *Los militares borbónicos. De Flandes a España (1691-1718). Formación y desarrollo de una nueva arquitectura moderna en Cataluña*. Madrid: Ministerio de Defensa, 1995, 2 volúmenes.

MUÑOZ CORBALÁN, J.M. (coordinador). *La Academia de Matemáticas de Barcelona. El legado de los ingenieros militares*. Barcelona: Ministerio de Defensa, 2004.

OROZCO Y BERRA, M. *Materiales para una cartografía mexicana*. México: Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, 1871.

PALADINI CUADRADO, A. Cartografía militar española de Indias. *Militaria. Revista de Cultura Militar*, 1989, N° 1, p. 57-89.

RIBERA CARBÓ, E. La plaza pública: elemento de integración, centralidad y permanencia en las ciudades mexicanas. En: AGUIRRE ANAYA, C.; Dávalos, M. y Ros, M.A. (editores). *Los espacios públicos de la ciudad. Siglos XVIII y XIX*. México: Casa Juan Pablos-Instituto de Cultura de la Ciudad de México, 2002.

ROSENBLIT B., J. y SANHUEZA BENAVENTE, M.C. Cartografía Histórica de Chile, 1778-1929 (prólogo). En: *Cartografía Histórica de Chile, 1778-1929*. Santiago de Chile: Cámara Chilena de la Construcción-Pontificia Universidad Católica de Chile-Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos, 2010.

SERVICIO GEOGRÁFICO DEL EJÉRCITO. *Cartoteca Histórica. Índice de mapas y planos Históricos de América*. Madrid: Servicio Geográfico del Ejército, 1974.

TORRE REVELLO, J. *Catálogo de Mapas y Planos, Buenos Aires*. Madrid: Archivo General de Indias, Ministerio de Cultura, 1988. 2 tomos.

TORRES LANZAS, P. *Relación descriptiva de los Mapas, Planos, etc. de Filipinas, existentes en el Archivo General de Indias*. Madrid: Archivo General de Indias, 1897.

TORRES LANZAS, P. *Catálogo de Mapas y Planos de México*. Madrid: Archivo General de Indias, Ministerio de Cultura, 1985a.

TORRES LANZAS, P. *Catálogo de Mapas y Planos de Panamá, Santa Fe y Quito*. Madrid: Archivo General de Indias, Ministerio de Cultura, 1985b.

TORRES LANZAS, P. *Catálogo de Mapas y Planos, Guatemala (Guatemala, San Salvador, Honduras, Nicaragua y Costa Rica)*. Madrid: Archivo General de Indias, Ministerio de Cultura, 1985c.

TORRES LANZAS, P. *Catálogo de Mapas y Planos, Virreinato del Perú (Perú y Chile)*. Madrid: Archivo General de Indias, Ministerio de Cultura, 1985d.

