

## Ingenieros militares en Sudamérica. Siglo XVIII

Ramón Gutiérrez  
Arquitecto. CONICET - CEDOCAL

### ABSTRACT

The “Real Cuerpo de Ingenieros Militares” (Royal Army Corps of Engineers) was the greater impact scientific institution that created modern Spain in the eighteenth century. His performance was very important to ensure the empire's economy guarding the wealth that was extracted from America through the fortified ports and naval communication systems. While the Caribbean was the most important stage of the fleet of galleons, territorial conquest, defense of the facades of the Atlantic and Pacific, the frontiers against the Indians and the Portuguese demanded high quality defenses. While military engineers had important positions as Viceroys or Governors in South America, Native Americans could not have Academies of Engineering, which limited the capacity for action of the technicians in their own territory. However, these works were the largest financial investment that Spain made in America and the Military Engineers would be the protagonists.

### ORÍGENES DEL REAL CUERPO DE INGENIEROS

La carencia de una estructura organizativa propia de los ingenieros militares desde el siglo XVI conspiraba para dar mayor eficacia una política de fortificaciones como la que requería España en su amplio dominio europeo y americano. Mientras algunos profesionales revistaban en las unidades militares de línea otros lo hacían en las tropas de artillería o infantería, lo que impedía la coordinación de mandos. Esta circunstancia determinó que solamente un reducido grupo de ingenieros pasasen a América pues la mayoría de los técnicos de origen italiano eran requeridos en



Europa. En lo referente a la capacitación el antecedente más notorio fue cuando Tiburcio Spanoqui y Juan de Herrera formaron en 1582 un Aula de Matemáticas junto con Cristóbal de Rojas y Juan Bautista Ferrufino que darían cursos teóricos y prácticos a algunos ingenieros, artilleros y arquitectos. Este Aula permaneció operativa hasta 1625.

La segunda intentona de capacitación podemos localizarla a fines del siglo XVII en Flandes donde Sebastián Fernández de Medrano buscó organizar la enseñanza de las disciplinas de fortificación desde un punto de vista teórico - práctico y con directa vinculación a las acciones bélicas planteadas en la región. Uno de sus discípulos, Jorge Próspero de Verboom, tendría el papel protagónico en la organización del Real Cuerpo de Ingenieros en España. Mientras tanto la vinculación de ingenieros militares de diversa procedencia y nacionalidad iba abasteciendo las crecientes demandas que el estado de guerras continuas había generado el proceso de desmembración del imperio español.

Los planteos teóricos eran gravitantes como verificamos en la polémica entre en francés Conde de Bournonville, a cargo de la dirección de los ingenieros de Barcelona, y el jesuita flamenco Juan Ramón Coninck sobre el proyecto que éste último había realizado en 1686 para amurallar la ciudad de Lima. Lo sorprendente no es solamente que el jesuita en Lima estuviera plenamente actualizado con una docena de los más calificados tratadistas italianos, franceses, alemanes y holandeses sino que a su vez replicara al funcionario español con argumentaciones que evidenciaban su preocupación por trasladar los criterios teóricos a una realidad concreta y local.

A comienzos del siglo XVIII el fallecimiento de Fernández de Medrano (1705) y el de Vauban (1707) se produce cuando los borbones ya están instalados como monarquía española y ello hará confluír las dos vertientes de unas escuelas de fortificación que unían un empirismo del oficio con la creatividad y el complejo manejo de unas actuaciones que habían colocado a Francia a la vanguardia de la fortificación europea. La presencia de los ingenieros franceses en Barcelona a comienzos del XVIII será concretamente un aporte esencial a la organización del Real Cuerpo de Ingenieros de España.

Fue así que en abril de 1711 se aprobó la creación del Real Cuerpo de Ingenieros Militares propuesto por el Marqués de Verboom dando posteriormente paso a un proyecto de Academia para formar los profesionales. En 1718 con la sanción de las Ordenanzas de Ingenieros Militares las competencias de los mismos quedó claramente deslindada y se trataba de un acontecimiento singular pues fueron los Ingenieros Militares el primer estamento organizado que tiene en España el Estado moderno

Entre las atribuciones de los ingenieros militares estaba justamente aquella preocupación del reconocimiento territorial debiendo documentar *“la situación de las ciudades, villas y lugares, calidad de los caminos, cursos de los ríos”* y también *“el estado de las Plazas de Guerra, puertos y costas”*. El crecimiento del Real Cuerpo fue importante en su fase inicial ya que en 1720 tenía un centenar de miembros que ascendería a poco más de 150 a fines del siglo XVIII. Buena parte de este crecimiento se debería a la demanda americana donde a los conflictos tradicionales se sumaría



la agresiva política territorial de Portugal (con apoyo inglés) que obligaría a fortificar dilatadas fronteras internas con el Brasil.

Lo cierto es que los Ingenieros Militares son concebidos en la primera mitad del siglo XVIII como profesionales claves en lo que se refiere al desarrollo económico y a la transformación espacial, mediante la generación de obras públicas de equipamiento e infraestructura. Fue pues el instrumento más jerarquizado para las decisiones técnicas y científicas dentro del estamento militar y ello fue sin dudas potenciado en América.

El crecimiento exponencial de la demanda de ingenieros militares no solamente para las acciones bélicas de la Corona sino también para suplir los requerimientos de Italia, del África y de toda América obligaron a sucesivas reestructuraciones y a la captación de nuevos oficiales a los que se capacitaba pragmáticamente en el ejercicio de su profesión. Hacia 1733 se estimaba necesario que el Real Cuerpo dispusiera de 150 miembros, sin contar los destinados a América, cubriendo obviamente diversos grados de capacitación y antigüedad siguiendo el escalafón militar.

En 1739 fueron aprobados los lineamientos de la Real Academia de Matemáticas en Barcelona sobre el diseño formulado por Pedro Lucuze y la experiencia acumulada en la década anterior por los cursos que dictaba Mateo Calabró. Estos ingenieros militares fueron también de los primeros tratadistas españoles con los textos que servirían de manuales editados desde 1772. Sin embargo, la enseñanza abarcaba cuatro niveles de cursos y era seguido por los alumnos que tomaban notas de los dictados de los profesores, por lo que hoy se conservan varios manuscritos de "Cursos Matemáticos" que nos permiten comprender los contenidos de esta formación.

Los cursos que llevaban estaban vinculados al campo de las ciencias básicas: Matemáticas, Geometría y Topografía. Luego abordaban los temas de Artillería, Fortificación, Táctica, Ataque y Defensa de las Plazas. Complementaban esta formación aquellos que aspiraban ser Ingenieros Militares con otros dos conjuntos de materias. El primer grupo sería el de Mecánica y Máquinas, Hidráulica, Gnomónica, Perspectiva, Construcción, Formación y uso de Cartas geográficas. Concluían con clases de Dibujo y Proyectos de edificios civiles y militares. Como señalaba enfáticamente Horacio Capel *"con el programa previsto en la Ordenanza de 1739, la Academia de Matemáticas de Barcelona impartía las enseñanzas más completas y avanzadas que era posible obtener en España en aquellos momentos"*.

En la búsqueda de ampliar la formación práctica y sobre todo capacitar para trabajos sobre zonas marítimas, se crearon Academias de Ingenieros en África en los enclaves de Orán (1732) y en Ceuta (1739), regidas por el mismo sistema de Barcelona. Sin embargo, las Academias de Ceuta y Orán fueron suprimidas por Real Orden del 22 de septiembre de 1789 y, por resolución del 6 de octubre de 1789, la de Orán es trasladada a Zamora y por otra del 15 de febrero de 1790 la de Ceuta pasará a Cádiz. Posteriormente por Real Cédula del 23 de mayo de 1801 solamente quedará la de Zamora. La Academia de Cádiz quedará bajo la dirección de José del Pozo y Sucre de dilatada actuación en América y la de Zamora en manos de Fausto Caballero. En 1803 dentro de un



proyecto de reorganización del Cuerpo de Ingenieros la Academia de Barcelona fue suprimida y trasladada a Alcalá de Henares.

Los avatares organizativos de los Ingenieros Militares incluyen una unificación con el Arma de Artillería (1756-1762), bajo un mando común del Ingeniero Francisco Sabattini que, con la política centralizadora de Carlos III, asumió plenos poderes y finalmente la novedosa creación del Cuerpo de Ingenieros de Marina en 1770. También hubo cambios conceptuales en la jerarquización de los profesionales que desde sus inicios se había realizado en virtud de un escalafón que privilegiaba la antigüedad de funciones. A partir de 1759 las promociones habrían de realizarse “*por méritos de aptitud y de aplicación*”. En América se daría prioridad a quienes tuvieran experiencia en la construcción sobre agua, por tratarse prioritariamente de fortificaciones portuarias, de allí que los que habían trabajado en Cádiz o formados en Ceuta y Orán serían numerosos.

#### *LOS INGENIEROS MILITARES PASAN A AMÉRICA*

---

El traslado de ingenieros militares, una vez estructurado el Real Cuerpo, continuó inicialmente con la estrategia de la remisión puntual de profesionales a atender áreas de conflicto. También es cierto que hasta que se consolida el organismo y se imparte la formación adecuada no existía disponibilidad de recursos humanos suficientes para atender la demanda americana. Así veremos en los inicios como pasará a fortificar Buenos Aires (1713) José Bermúdez de Castro, procedente de la Academia de Flandes y los franceses que habían participado en la guerra de Cataluña Jean Baptista Roman (Perú, 1707), Carlos Blondeaux (Cuba y México) y Louis Bouchard de Becour (México, 1704) y el italiano Félix Prósperi (México 1730-1752).

La actitud centralizadora del despotismo ilustrado evitó la creación de una Academia de Ingenieros Militares en América justamente el lugar donde se realizaban las obras más importantes de fortificación del imperio. Inclusive la corona no autorizó en 1777 la instalación de una “Academia especulativa y práctica sobre el arte de la guerra” en la Nueva España cuya propuesta fue realizada por el ingeniero militar Simón Desnaux. También se negó a aceptar que los ingenieros militares con experiencia docente instruyeran o examinaran las aptitudes de americanos dispuestos a ingresar al Real Cuerpo de Ingenieros. Siempre se prefirieron italianos, irlandeses o franceses (aun cuando fueran estos últimos enemigos) que americanos. Esta desconfianza sobre las capacidades de los americanos sería muy onerosa para España ya que de allí provenían sus reservas económicas y significaría la paulatina pérdida de territorios.

Entre 1711 y 1803 el Real Cuerpo de Ingenieros Militares de España contabilizó un total de 780 ingenieros de los cuales casi un tercio pasó en algún momento por tierra americana. Esto sin dudas es relativamente poco si lo analizamos en relación al volumen de obras de fortificación e infraestructura que se ejecutaron en América y las que se hicieron en España. Este hecho pone en evidencia el peso que tenía dentro de la institución, sobre todo en la península, la tarea administrativa, burocrática y docente frente a las tareas efectivas de las obras.



En el fondo se trataba de una política elitista ya que España durante el siglo XVII no mandó a América ni la décima parte de los ingenieros que tenía en la península ibérica, lo que preanunciaba el grado de prioridad que tenía en su etapa imperial y que se ratificaría en el XVIII. Consecuencia de esta errónea política fue la pérdida del espacio naval y territorial que permitió instalar a las potencias enemigas en el Caribe y amenazó los territorios americanos durante todo el siglo XVIII. Buena parte de las decisiones sobre fortificación en los puntos neurálgicos de América serían tomadas entonces por militares o religiosos “inteligentes en arquitectura” que debieron suplir la carencia de técnicos y profesionales.

Hubo intentos informales de tener aulas de enseñanza de Matemáticas, como harían en Cartagena de Indias los españoles y en Salvador de Bahía los portugueses (con más fortuna y continuidad). La primera estuvo a cargo de Juan de Herrera y Sotomayor, que venía de fortificar Valdivia y Valparaíso en Chile (1687) y pasar posteriormente por Buenos Aires. En 1730 crea este proyecto de Academia solicitando apoyo de instrumental y bibliografía. Al fallecer en 1732 su tarea es continuada por su hijo José de Herrera aunque la experiencia docente quedó acotada a Cartagena.

Sin embargo hasta que la amenaza inglesa y portuguesa tomó forma, España no encontró una manera distinta de encarar una política de guarniciones estables y muchos ingenieros rechazaban la posibilidad de trabajar en América aunque su pase a este territorio significara un ascenso efectivo en el escalafón. Ya a mediados del siglo XVIII se habían constituido varias Comandancias de Ingenieros, siendo las más relevantes las de México, el Caribe y la de Perú. Posteriormente a raíz de los avances portugueses y las amenazas sobre el Pacífico se crearían las del Río de la Plata y Chile.

Las Ordenanzas Militares sancionadas en 1768 no mejoraron ciertas situaciones como las postergaciones de ascensos y sueldos para aquellos ingenieros que, estando en América, se encontraban lejos de la corte donde se tomaban tales decisiones. De acuerdo a las Ordenanzas los ingenieros debían, aparte de las fortificaciones, hacer *“relaciones circunstanciadas que expliquen los caminos, ya sean carreteros, los de herraduras que puedan facilitarse, las sendas y las gargantas que, en caso de guerra, puedan los ejércitos transitar”*. Esta valoración territorial se reflejaría en varios informes técnicos como el “Theatro de Operaciones” del ingeniero Conde de Roncali en Puerto Cabello (Venezuela), el “Discurso” de Silvestre Abarca para La Habana, el “Plan de Defensa” de Antonio de Arévalo para Cartagena de Indias o el “Informe” de Juan de Dios González sobre Yucatán.

Otro papel fundamental de los ingenieros y marinos fue el del espionaje que se desarrolla fuertemente cuando España verifica a partir de 1740 las debilidades de su flota y de su artillería frente a otras potencias navales. Son conocidas las tareas de investigación clandestina del marino Jorge Juan sobre la artillería de Inglaterra pero también las hubo en América. Por ejemplo el ingeniero Gaspar de Courseville que trabajó en Cuba, Luisiana y Florida pudo quizás ser un espía doble. Mientras estaba en Londres el Almirante Carlos Wager le propuso pasar al servicio de los



ingleses a quienes dio un plano de las fortificaciones de la bahía de Xagua (Cuba). A la vez, advertía al Rey de España sobre los asentamientos ingleses en América. Otro ingeniero militar español, Francisco Fernández de Valdelomar, se disfrazó de marinero en 1736 para pasar a la isla de Saint Croix ocupada por los dinamarqueses y tomar debida nota de sus fortificaciones.

Solamente las evidencias surgidas de las guerras con Inglaterra con la caída de La Habana (1762) y la toma de los alrededores de San Juan de Puerto Rico (1797), o las anteriores acciones de Vernon sobre Portobelo y Cartagena hicieron comprender a España que el rezago marítimo por un lado y la escasa inversión en recursos humanos y económicos en América podría desmoronar sus dominios. A ello se unían las indecisiones políticas y los errores estratégicos del Conde de Aranda y Carlos III que, con la expulsión de los jesuitas, dejaron sin defensas todas las fronteras internas con los portugueses en Sudamérica a partir de 1767. Un año antes también plantearon para Veracruz y Panamá la inadmisibles teoría de *“la defensa por indefensión”* argumentando, con espíritu estrechamente mezquino, la inutilidad de las fortificaciones y proponiendo no invertir en ellas para que no las utilizase el enemigo una vez que tomase los recintos.

En 1766 es convocado como Comandante General Juan Martín Cermeño quien pedía la ampliación del número de ingenieros y una reestructuración del sistema, lo que se verifica en las Ordenanzas del Ejército de 1768. En estas Ordenanzas no variaba el número total de integrantes del Real Cuerpo, que se mantenía en 150, pero los Ingenieros Delineadores pasan a denominarse Ayudantes de Ingenieros y aparece una nueva categoría, la de los “Ingenieros Voluntarios” que serían *“aquellos oficiales o cadetes que soliciten servir en esta clase y que hayan cursado con aprovechamiento las Matemáticas en las academias militares”*. Este tema sería de suma importancia pues en América, desde los Tratados de Límites con Portugal (1750) la carencia de profesionales jóvenes era notoria. Sin embargo los requerimientos del aprendizaje serían, como veremos, un tema de difícil solución para los americanos. La muerte de Cermeño en 1773, quien dos años antes había recomendado a Joaquín del Pino para dirigir las fortificaciones de Montevideo, sería una pérdida sentida para la actuación del Real Cuerpo de Ingenieros en América. Sin embargo, es preciso recordar que solamente tres (Pedro Martín Cermeño, Silvestre Abarca y Urrutia) de los quince Comandantes Generales de Ingenieros que hubo en la historia pasaron alguna vez por América. Urrutia sería quien redactaría las Ordenanzas para los Ingenieros Militares en Indias en 1805.

A pesar de ello y, como consecuencia del fracaso español de la guerra de los siete años, entre 1763 y 1766 se duplicó la planta de los ingenieros de la Comandancia de la Nueva España de donde provenía el aporte central de la minería a la Real Hacienda española. A la vez, la expedición punitiva de Pedro Ceballos contra los portugueses dejará en el Río de la Plata un numeroso grupo de profesionales que radicados en Buenos Aires y Montevideo atenderán a esta región convertida en zona de conflicto geopolítico. Un mayor reconocimiento económico alentó el pase de ingenieros a América.



En 1778 había un total de 55 ingenieros militares en América, de los cuales 10 estaban en México, 9 en La Habana, 7 en Guatemala y su región (debido a la reconstrucción de la ciudad asolada por un terremoto en 1773), 5 en Venezuela y otros tanto en Puerto Rico, 4 en Buenos Aires, en Panamá y en Perú-Chile, 3 en Cartagena, 2 en Santo Domingo y 1 en Campeche y en Guayaquil. A ellos deben sumarse escasos ingenieros y marinos destinados a las Partidas Demarcadoras de Límites en Sudamérica y los “ingenieros voluntarios” que a veces se admitían entre los militares. Una comparación con la cantidad de ingenieros que estaban en las costas de Granada o inclusive prestando servicios en la Corte ratifica que los temas centrales de la economía americana y por ende española no tenían la atención privilegiada que merecían. Dicho esto, sin embargo, cabe señalar que con certeza las fortificaciones fueron la inversión económica más importante que España realizó en América, a gran distancia de su inversión en otras obras civiles.

De todos modos muchos de los proyectos importantes para América se seguían haciendo en España. Así Juan Martín Cermeño hará diseños para Puerto Cabello y La Guaira en Venezuela (1767), para Omoa en Honduras (1769), para Montevideo y para la zona de Valdivia en Chile. También los proyectos realizados en América por los ingenieros del cuerpo eran sometidos a la tutoría y control metropolitano lo que demoraba largo tiempo decisiones que, a veces, requerían urgencia.

Aun los profesionales más capaces como el ingeniero Antonio de Arévalo en Cartagena de Indias debió someter su plan de fortificaciones (1764) a una opinión central en la península que no conocía bien las condiciones del lugar. La verticalidad de los mandos impedía a esta altura un debate como el sostenido por el jesuita limeño en el siglo XVII, pero daba también lugar a opiniones sobre los modelos defensivos, carácter predominante de toda la política española en sus fortificaciones americanas.

Los Ingenieros Militares en América tuvieron, a la vez, una gravitación importante en la administración española. En general se trataba de los militares con más alta graduación en el escalafón por lo cual en oportunidades de vacancia fueron convocados a cargos de mayor jerarquía como Gobernadores de sus distritos (Bermúdez de Castro en Buenos Aires, Salas y Solís en Cartagena, Mosquera en el Alto Perú, Francisco Requena en Maynas, García Carrasco en Chile, etc). Algunos de ellos inclusive llegarían a ser designados Virreyes, como Joaquín del Pino en el Río de la Plata y Ambrosio O'Higgins que, habiendo arribado como “delineador” el cargo más bajo del escalafón, llegó a Virrey del Perú.

No pocas veces algunos Virreyes localizados en ciudades distantes de los puertos fortificados, tuvieron que recurrir a los ingenieros para sus obras civiles. Tal fue el caso en Nueva Granada donde el ingeniero Ximénez Donoso fue convocado para realizar el proyecto del Palacio Virreynal en Bogotá. Un caso más notable es el de Luis Diez de Navarro que, destinado a la defensa de la plaza de Veracruz, fue llamado por el Virrey a México donde actuó en sus obras públicas de carácter civil y eclesiástico. Diez Navarro, un antiguo Maestro de Obras de Cádiz,



elevado a Ingeniero Militar sin pasar por la Academia, tendría luego una relevante actuación en la reconstrucción de la ciudad de Guatemala y en las obras de fortificación en Centroamérica.

Posteriormente el ingeniero Miguel Constanzó realizaría en México la llamada “Ciudadela”, Fábrica de Tabacos que constituyó una de las innovaciones interesantes desde el punto de vista del diseño y la propuesta tecnológica. Pero esto no era solamente un síntoma americano: Diego Bordick, otro ingeniero de vasta actuación en América, a su regreso a Sevilla realizaría la monumental Fábrica de Tabacos que actualmente es la sede de la Universidad hispalense.

### **LAS FRONTERAS INTERIORES UNA NUEVA REALIDAD**

El avance de la conquista territorial en el siglo XVIII fue exigiendo una concentración de tropas para la defensa y consolidación de poblados, y a la vez su permanencia como guarniciones que aseguraran la subsistencia del núcleo urbano frente a los hostigamientos indígenas y eventualmente de los portugueses en la América Meridional.

La flexibilidad de estas fronteras, su rápido desmarcamiento y su coyuntural carácter, llevó a que los españoles entendieran, para este tipo de guerra, la inviabilidad de grandes estructuras rígidas, como las que ensayaron construir en el Paraguay a comienzos del XVII. Obras onerosas por su construcción en piedra y morosas en los tiempos de realización, resultaban inmediatamente obsoletas cuando los indígenas retrocedían rápidamente trasladando la frontera varios kilómetros.

El español comenzó así a utilizar los sistemas de “fortificación pasajera” con reductos formados por empalizadas que eran fácilmente desmontables y reconstruibles. Estas experiencias tempranas se reiterarían en las políticas de la segunda mitad del siglo XVIII cuando la Corona española entiende que es preciso consolidar las fronteras poblándolas. Los escritos de Nicolás Lafora sobre los “presidios interiores” de México, las acciones del Virrey Amat sobre el sur de Chile o los establecimientos en la frontera brasileño-paraguaya pueden inscribirse en este cuadro de situación.

Sin embargo los conflictos limítrofes con Portugal tendrían una pertinaz continuidad en el tiempo y por ende obligarían a buscar alternativas que significaran una posibilidad concreta de resolución. Si la frontera con el indígena tenía este carácter flexible y coyunturalista, con espacios que se iban afianzando territorialmente a través de sucesivas “entradas” o campañas militares, las dilatadas fronteras con Portugal requerían soluciones de fondo que se trataron de implementar a partir del Tratado de Madrid de 1750.

A raíz del proceso de avance portugués sobre territorio españoles se puso en marcha un operativo con la formación de cuatro Partidas Demarcadoras de Límites que fueron integradas por Ingenieros Militares, Geógrafos, Cartógrafos y un personal técnico que posibilitó localizar en América del Sud a profesionales y científicos de relevante actuación como José Custodio de Sá y Faría, Félix de Azara. Juan Francisco de Aguirre, Francisco Requena y Pedro Cerviño.



Aunque la tarea de estas Partidas Demarcadoras era fundamentalmente la de recorrer, documentar y acordar los límites entre el territorio del Brasil y los que luego corresponderían a Argentina, Uruguay, Paraguay, Bolivia, Perú y Ecuador, fue evidente que muchos de ellos habían participado previamente en las tareas militares y de fortificación de las líneas de frontera.

Tal el caso del portugués Sá y Faría, probablemente el mejor cartógrafo del Brasil del siglo XVIII, autor del Fuerte de Igatimí en la frontera del Paraguay y que pasó al servicio del Rey de España cuando fue apresado en la toma de la Isla de Santa Catalina por el Virrey Ceballos en 1778. Sá y Faría, conociendo la disposición del Marqués de Pombal de ejecutar a los oficiales que se rindieran, aceptó trabajar para los españoles siempre que no le obligaran a combatir a los portugueses, su actuación se volcó entonces sobre la arquitectura realizando los proyectos de la catedral de Montevideo y fachada de la de Buenos Aires, la matriz de Maldonado y muchas otras obras. Por los mismos motivos pasaría a trabajar para los españoles el ingeniero francés al servicio de Portugal Jean Barthelemi Havelle apresado en la toma de la Colonia del Sacramento (Uruguay).

La tarea ardua de las partidas Demarcadoras de Límites no llegó a concretarse a pesar de los varios años de tareas, por los intereses de los portugueses en limitar sus decisiones y también por la escasa capacidad de producción de algunos de los equipos. Los latentes conflictos de las potencias europeas a fines del siglo XVIII y la actitud de España de ceder territorios americanos a consecuencia de sus fracasos bélicos europeos significaron que este esfuerzo de reunir un conjunto de profesionales ilustrados para resolver el conflicto de fronteras no tuviera el éxito esperado.

### **EL PLAN DE AGUSTÍN CRAME UNA NUEVA POLÍTICA TERRITORIAL**

Las políticas de alianzas de Carlos III institucionalizaron las guerras europeas afectando a América y particularmente al Caribe que terminó siendo el escenario de las conflictos de armas de las cortes metropolitanas. El anterior ataque masivo de la flota del Almirante Vernon a Panamá, Potobelo y Cartagena de Indias (1739-1742) y posteriormente la toma por los ingleses de La Habana y Manila (1762) definirían la necesidad de un nuevo enfoque para la corona española.

La crisis de las ideas del Conde de Aranda se verifica en el hecho que, a pesar de tener en España el control unificado del Real Cuerpo de Ingenieros y de la Artillería, abogaba por una reducción de gastos en América y por dejar las ciudades “abiertas”. Así aceptaba que ellas no podían ser adecuadamente defendidas y por ende condenaba a los americanos al saqueo y eventual vasallaje extranjero. Esto generó un profundo malestar y surgieron propuestas de los Virreyes que abogaban por planes más razonables.

En los años siguientes otras medidas de la monarquía, como la supresión de la Flota de Indias y la sanción de las Ordenanzas de Libre Comercio de 1778, generaron cambios estratégicos en los circuitos comerciales y marítimos y dejaron a ciertas regiones como el istmo panameño fuera del epicentro de acción. Pero a la vez el avance de los ingleses sobre el golfo de Honduras y la región del Yucatán exigió una particular atención.



Para ese momento las ciudades amuralladas ya habían avanzado raudamente sobre el territorio en concordancia con los cambios de sistemas, desplegando defensas exteriores. Las ciudades costeras que tenían su funcionalidad ubicada en el puerto diseminaban baterías, castillos y atalayas por todo su perímetro controlando los canales de entrada y sitios de recalada, aprovechando al máximo las posibilidades defensivas. Ello puede verificarse no solamente en los ejemplos tempranos sino también en las fundaciones tardías del XVIII como la de Montevideo (1726) cuyo recinto amurallado no fue óbice para que fuera tomada en dos oportunidades por los ingleses a comienzos del siglo XIX.

La crisis del sistema defensivo llevó a que en España se generara un Plan de Defensa Continental que encarará el ingeniero militar Agustín Crame, para lo cual fue designado "*Visitador General de las Fortificaciones de América*". Luego de un minucioso relevamiento de las fortificaciones del sistema del Caribe tomadas puntualmente y analizando su papel dentro del conjunto entre 1778 y 1779, Crame preparó los planes de defensa. Como consecuencia de ellos sugirió la realización de obras en toda la región del Caribe y Centroamérica, incluyendo la posibilidad de un canal interoceánico en el Istmo de Tehuantepec. En la distribución de funciones a México le competía directamente el control de su propio Golfo y la península de Yucatán, además de colaborar en el control territorial de la fachada del Pacífico. Junto a las específicas fortificaciones de las ciudades, el gobierno novohispano tuvo una dinámica presencia en las gestiones y expediciones regionales a las Antillas, en las tramitaciones de adquisición de Luisiana y de Florida, así como también en la consolidación, en el siglo XVIII de los "presidios" internos para consolidar la frontera del norte.

Agustín Crame ya estaba claramente inspirado en la escuela de los ingenieros militares que veían el territorio como un sistema. Por ello no podría prescindir de analizar la constelación de caminos y redes de comunicación internas que posibilitaban la concentración y transporte de las riquezas generadas en cada una de las demarcaciones virreinales. El perfeccionamiento de las fortificaciones era uno de los temas, importante pero no exclusivo, de esta visión más abarcante. Crame lamentablemente no podría llevar adelante su propio Plan pues fallecería en 1780 cuando ejercía el cargo de Gobernador de Cuba.

Su estrategia defensiva era muy clara y estaba centrada en el objetivo de demorar sustancialmente las posibilidades de ataque del enemigo. Planteaba así la necesidad de "embarazar" su desembarco, disputarle el terreno paso a paso, obligarlo a sufrir los rigores del clima y a dar tiempo a la acumulación de fuerzas propias. Para ello Crame pensaba en aplicar los mecanismos de las fortificaciones externas con baterías, reductos, trincheras, revellines y casamatas que generaran obstáculos permanentes. Cada plaza fuerte debería tener un plan de ataques escalonados y de repliegues claramente formulados pero de carácter secreto, para ser aplicado en caso de ataques,

Las obras de fortificación de la segunda mitad del siglo XVIII están signadas por la consolidación defensiva de aquellos puntos fuertes de la antigua red caribeña, con las adiciones de



los emplazamientos más complejos dentro de los antiguos “castillos” o la integración de nuevos elementos a defender como los astilleros (La Habana, Guayaquil, Nayarit) que habían sido fomentados por el Marqués de la Ensenada en la época en que comienza la recuperación naval de España. Esta circunstancia no era casual, porque la potencia de las fortificaciones estaba trasladando el epicentro de los combates a la batalla naval y, como sucediera con la “armada invencible” el dominio marítimo quedaría definitivamente en manos de los ingleses luego de Trafalgar.

Sin embargo el Plan de Crame induce a una fuerte inversión económica para atender a estos sistemas y subsistemas. Así La Habana, luego de la toma inglesa de 1762, concretará los proyectos de Silvestre Abarca para los enormes reductos de la Cabaña y predominantemente los castillos del Príncipe y Atarés. En Cartagena el crecimiento espectacular de San Felipe de Barajas no ocultaría su fragilidad defensiva desde otros puntos de mayor altura que hubieran podido, a pesar de su sofisticado diseño, dominarlo.

### ¿HUBO UNA ESCUELA DE FORTIFICACIÓN HISPANOAMERICANA?

En 1968, el historiador Juan Manuel Zapatero planteó la idea de que el conjunto de obras realizadas en América configuraban un singular conjunto capaz de identificarse como una “Escuela” con rasgos propios. Según este autor los ingenieros que pasaban a América *“quedaban sometidos a insuperables imperativos de la geografía y de la historia, y a ellos condicionarán la capacitación admirable de su ciencia”*. Mas allá de las influencias que en la ingeniería militar española ejercen otras escuelas de fortificación, fundamentalmente italiana, holandesa y francesa, nuestro autor ratifica que *“la larga serie de nuestras obras defensivas no serán jamás, puede asegurarse con rigor. Los prototipos que preconizaron Vauban, Montalembert, Landsberg II, Coehorn, Spekle o Virgin, porque pertenecen a los ingenieros españoles, maestros consumados de una nueva “Escuela” original y experimentada”*.

Para verificar esta idea es preciso reiterar que la actitud de España en sus fortificaciones americanas fue sustancialmente “defensiva”, es decir estaba organizada como una red de concentración, abasto y protección de su “fortaleza flotante de galeones” cuyo último viaje se realizaría en 1776 bajo el mando del marino Antonio de Ulloa, ya que luego la guerra con Inglaterra y las ordenanzas de libre comercio (1778) fue suprimido este circuito. Si bien este carácter pasivo puso el acento en una modalidad no fundamentalmente ofensiva de las fortificaciones hispanoamericanas, no podemos perder de vista la articulación del sistema integral en un escenario que ubicaba frente a ellas a otro conjunto de fuertes ingleses, franceses, holandeses, dinamarqueses y portugueses cuya actividad era más dinámica y tendía a apuntalar operaciones activas en contra de los emplazamientos hispanoamericanos,

En este plano la posible existencia de una “Escuela” hispanoamericana de fortificación no puede meramente centrarse en el carácter singular de cada obra, ni en el mero hecho de que las fortificaciones americanas fueran mucho más importantes que las realizadas en la propia península ibérica durante la segunda mitad del XVIII, donde los ingenieros militares estaban actuando



preferentemente en la construcción de carreteras, canales, acueductos o cuarteles, sino en virtud del desarrollo de una teoría capaz de generar un pensamiento propio o una práctica singular diferenciada de otras propuestas europeas. Cabe señalar que varias de las fortificaciones de los países belicosos frente a España tenían una envergadura semejante a las españolas.

Aquí es donde debemos relativizar la alternativa de una Escuela propia, si atendemos, por ejemplo, a que uno de los ingenieros más creativos que trabajan en América como fue Antonio de Arévalo que fortificó Cartagena de Indias por más de cuarenta años, fue formado en una Academia de Orán y además su proyecto para graduarse de ingeniero fue una fortificación según las normas de Vauban. La actitud traductora de los ingenieros españoles más destacados desde mediados del XVIII, como Ignacio de Sala (Vauban), Miguel Sánchez Taramás (Muller), o las ediciones castellanas de Le Blond, Marqués de Quincy o Noizet de San Paul, son elocuentes en esta continuidad pedagógica donde las obras del francés Belidor tuvieron una notoria persistencia.

Los textos de Sebastián Fernández de Medrano están sin dudas a distancia de los tratadistas emblemáticos y lo propio podemos decir de los textos de Pedro Lucuze o José Ignacio March concebidos como compendios pedagógicos antes que apuntando a reformulaciones teóricas. El único libro editado en América por Félix Prósperi (México 1744) aunque trata de avanzar sobre un tema metódico de fortificación no generará de por sí una "Escuela", máxime cuando seguramente la tirada de su edición fue muy reducida ya que hoy se conocen solamente dos ejemplares del libro, ambos en España.

Es quizás en la estructura de control territorial de los puertos claves de la región caribeña, en La Habana, Veracruz, Campeche, Portobelo, San Juan de Puerto Rico y Cartagena de Indias, donde es posible encontrar la calidad de la multitud de recursos que se habrán de ir integrando a través del tiempo como complejos sistemas de baterías, torres, caballeros, hornabeques, caminos cubiertos, casamatas y otra multitud de mecanismos defensivos que, con la singularidad que cada punto fortificado exige, configuran una actitud innovadora en una dimensión de escala abarcante que incluye la ciudad y su contexto marítimo y físico inmediato.

El proceso de formación de muchas fortificaciones a través del tiempo es indicativo de los diversos criterios y de las variaciones, no solamente conceptuales sino también de los armamentos disponibles. Las críticas de los ingenieros militares a las obras de sus antecesores deben verse fundamentalmente como una necesaria búsqueda de actualización de acuerdo a los principios vigentes de la guerra. Sin embargo es claro que también se cometen errores ya sea en la elección de los parajes de emplazamiento de los fuertes (San Carlos de Perote en México) o por las insuficiencias constructivas de muchas de estas obras como sucede en la Ciudadela de Montevideo que realizó Diego Cardozo.

Hay sin dudas ingenieros brillantes en los conceptos teóricos y otros magníficos en los aspectos constructivos, pero lo cierto es que el Real Cuerpo de Ingenieros Militares abasteció adecuadamente los requerimientos técnicos y que muchas veces sus fracasos deben atribuirse más a la burocracia administrativa en la gestión de los recursos económicos, a los conflictos de los



ingenieros con las autoridades locales o con los funcionarios metropolitanos y sobre todo a la indiferencia con que los temas americanos se demoraban en las tramitaciones de la corte. Las obras resultaron así muchas veces dinamizadas por los ataques o los fracasos bélicos antes que por la razonable comprensión de los proyectos enviados desde América con anterioridad. Con estas consideraciones nos es difícil aceptar la existencia de una Escuela de Fortificación singular americana diferenciada de la peninsular (de donde provenían múltiples proyectos) y desprendida de los avances teóricos y prácticos de las usinas del pensamiento militar europeo.

### **EL RECINTO AMURALLADO Y LA FORTIFICACIÓN DE LA CIUDAD**

La corona española buscó manejar el vasto territorio americano mediante la consolidación de “puntos fuertes” articulados por una red de sitios de almacenamiento, servicio, recalada y reparaciones para la prioritaria “fortificación flotante” de la escuadra de galeones.

La construcción de las murallas encarada desde el siglo XVI, implicó inversiones enormes pero generó una actitud disuasoria evidente. Algunas de ellas, realizadas a fines del siglo XVII, como las de Lima y otras como las ovaladas de Trujillo (Perú) condicionarían la dimensión y expansión de la trama urbana y, en ambos casos, no serían jamás utilizadas bélicamente. También sería tardío el amurallamiento de Campeche y el de Veracruz que ya en 1766 se propiciaba se dejase como “ciudad abierta”. Sistemas de defensa notables como las fortificaciones de las salinas de Araya (Venezuela) para contener el saqueo de los holandeses sin embargo hubieron de ser demolidas por los propios españoles una vez cumplido el ciclo de la tarea disuasoria.

Es necesario de todos modos señalar que para las ciudades el amurallamiento significó asumir una condición diferenciada en la relación con su paisaje inmediato. El Lima, la muralla de 1686 contemplaba incluir un barrio indígena aislado “El Cercado” e inclusive extensas áreas de cultivo de panllevar que permitiera soportar un sitio prolongado. En La Habana el amurallamiento realizado entre 1667 y 1740 dejó a la ciudad de espaldas al mar y la fuerza del vital comercio y la búsqueda de calidades de vida diferentes permitieron la rápida expansión de barrios “extramuros” hasta decretar su demolición en la segunda parte del XIX reconociendo la continuidad de este ensanche.

El recinto amurallado condicionó de diversas maneras la vida de las ciudades. Si por una parte jerarquizó los puntos de acceso a las mismas a través de las puertas, por otra limitó las posibilidades de altura de edificación y en no pocos casos derivó en conflictos con el vecindario obligando a demoler construcciones. También generó pautas para la localización de edificaciones próximas a los caminos de ronda para asegurar la accesibilidad defensiva. Sin dudas que en los aspectos económicos la valorización del suelo urbano fue muy diferente en las ciudades amuralladas que en las de trama abierta que podían expandir el damero sobre terrenos que habitualmente pertenecían a bienes propios de la ciudad (el ejido) y por lo tanto eran más fácilmente accesibles. En algunos casos en que no se optó por el amurallamiento, como en Buenos Aires, el Fuerte fue colocado sobre la barranca del Río de la Plata, ocupando un lugar prominente pero sin condicionar la expansión de la ciudad sobre la planicie de la pampa. Esta estrategia que podríamos



llamar del “fuerte autónomo” se utilizará con profusión en las nuevas fundaciones para fronteras internas en el siglo XVIII.

En todos los casos las murallas de la región caribeña significaron desde el punto de vista climático un recalentamiento considerable de la ciudad al impedir circular libremente las brisas marinas. Por ello muchas de estas ciudades, al menguar el peligro de ataques, crecieron en “miradores” ubicados sobre las viviendas como torreones que permitían aprovechar al atardecer y de noche los vientos. Estas pérdidas ambientales y de higiene son las que determinarían en casos como Veracruz y San Juan de Puerto Rico, que los municipios encarasen la demolición de las murallas para posibilitar mejoras climáticas a la ciudad. Objetivo distinto de la especulación inmobiliaria que motivó la demolición de otras áreas cercadas como las de Lima en 1872 y de Campeche o la presión demográfica que impulsó lo propio en La Habana en 1863.

### **GOBERNAR ES POBLAR. LOS AVANCES TERRITORIALES**

La experiencia de Carlos III para pacificar la Sierra Morena entre Castilla y Andalucía, mediante la realización de colonias de inmigrantes europeos católicos, serviría de efecto de demostración en unos funcionarios y administradores siempre alertas al gesto de la autoridad. Los nuevos asentamientos de la región de Cartagena de Indias y los “presidios” de la frontera norte de México o en la región chaqueña nos muestran estas soluciones de una traza adyacente a un fuerte que solamente condiciona, con su presencia física, la expansión hacia ese lado. En otros casos reductos militares como el que proyecta el Virrey Amat del Perú para la ciudad de Nacimiento en Chile, fuerza una traza casi radial a la ciudad, ubicando una ciudadela en el extremo.

Este pensamiento de ocupación espacial, como antemural de fronteras “vivas”, va a teñir, en los últimos años del dominio colonial, toda una acción territorial que impulsa una segunda “conquista” en áreas casi inexploradas. En definitiva un proyecto “ilustrado” para ampliar el área productiva y tributaria del continente en atención a los planes de expansión y fomento de la nueva política colonial.

También tuvieron una presencia relevante en los procesos de formaciones urbanas en las políticas de poblamiento territorial de áreas fronterizas o de expansión. Tal el caso de José Pérez Brito en la Patagonia y muy particularmente de las políticas de avance territorial que se dan en las últimas décadas del XVIII para poblar los espacios abiertos o avanzar sobre territorios indígenas. La política de consolidación de la frontera sur del Virrey Vértiz en llanura pampeana que rodea a Buenos Aires determinó en 1781 la formación de fuertes con poblados integrados que marcaron la estrategia de “pacificar poblando” que había aplicado Carlos III en la Sierra Morena de Andalucía. Similares operaciones realizaría el Gobernador Sobremonte en Córdoba (Argentina) o el militar Rocamora en Entre Ríos fundando nuevas poblaciones. Los presidios realizados por Gálvez en México acompañarían la tarea de consolidación que las gestas evangelizadoras habían encarado desde el siglo XVI.



Veremos a los ingenieros haciendo también reconocimientos territoriales, estudiando asentamientos mineros en Bolivia y el Perú (Joaquín Mosquera, Francisco Javier Mendizábal), realizando planos urbanos de las ciudades y sus adyacencias en Nueva Granada, Guatemala o Venezuela (Cabrer, Diez Navarro, Crame, O'Higgins) es decir jugando un papel protagónico en la vida urbana y en la consolidación de la presencia española en América.

A comienzos del siglo XIX en tiempos de la independencia buena parte de los ingenieros militares provenientes de la península fueron leales al Rey y regresaron a España. En cambio, la mayoría de los criollos adhirieron a la independencia y muchos de ellos serían fusilados por los realistas. Algunos de ellos como el venezolano Antonio José de Sucre tendrían un papel relevante en la independencia continental. Otros, como el sabio Antonio José de Caldas formaría un Cuerpo de Ingenieros Militares en Medellín (Colombia) en 1811 con su propio plan de enseñanza y reglamento. Su acción y la de sus discípulos duraría un lustro ya que Caldas, Zea y otros de sus compañeros serían fusilados por orden del general Morillo en 1816.

### **LOS INGENIEROS MILITARES EN LA ARQUITECTURA HISPANOAMERICANA**

Hemos señalado con anterioridad la importancia que la presencia de algunos ingenieros militares tuvieron en las ciudades americanas. Obviamente en aquellos lugares donde existían localizadas la guarniciones del Real Cuerpo, muchas veces las obras públicas, civiles y religiosas habrían de ser proyectadas y dirigidas por estos profesionales. Un conjunto de templos importantes desde San Felipe Neri de Veracruz (Prósperi) y de La Plata (Mosquera), la Catedral de Santa Marta (Chacón), la de Montevideo y las iglesias de Maldonado y San Carlos (Sá y Faría), la matriz de Trinidad por Pozo y Sucre, el proyecto de la catedral de Santiago de Cuba (Buzeta) hasta diseños para las recovas comerciales (García Martínez de Cáceres) o las plazas (García de León y Pizarro) por señalar solamente algunos ejemplos estuvieron en manos de estos profesionales ponderados y valorados generalmente por los ciudadanos y las autoridades.

Los Ingenieros Militares vinieron a suplir la carencia de arquitectos académicos que determinó la tardía creación de la Real Academia de San Fernando en Madrid y luego la de San Carlos en Valencia a mediados del siglo XVIII. Sin embargo muchos de sus proyectos fueron cuestionados por los académicos madrileños que denegaron autorización a esos diseños (caso de la Catedral de Santiago de Cuba). Formados en criterios funcionalistas, los ingenieros habían recibido los rudimentos estéticos del tratado de Vignola y sobre todo formación en la fase técnica y constructiva que garantizaba la solvencia de su trabajo.

En este contexto podemos entender la notable dimensión que alcanzó este Real Cuerpo en la arquitectura civil y militar americana y también verificar las limitaciones que se impusieron a los americanos para participar del mismo y a la vez para haber logrado crear su propia estructura de formación en territorio americano donde con certeza se invertía más del 90% de los recursos económicos destinados a fortificación.



Podemos por lo tanto evaluar en una perspectiva histórica los aciertos que tuvo España en crear y dotar el Real Cuerpo de Ingenieros Militares, la formación positiva de la gran mayoría de sus integrantes, pero a la vez la exclusión de los americanos en la configuración de un organismo de elite en la construcción de esa “modernidad” que la ilustración declamaba creemos que no solamente para España sino también para los territorios ultramarinos.



## Bibliografía

- AAVV. Estudio histórico del Cuerpo de Ingenieros del Ejército. Madrid. 1911. 2 Tomos
- ADONIAS, Isa - Mapas e planos manuscritos do Brasil Colonial. Río de Janeiro. Itamaraty. 1960.
- AZAMBUJA, Deocleciano y otros - Evolução das fortificações brasileiras do século XVI ao início do XX. En "Puertos y Fortificaciones en América y Filipinas. Actas del Seminario". Madrid. CEHOPU. 1985
- ALMIRANTE, José. Diccionario militar. Etimológico, histórico, tecnológico. Imprenta del Depósito de Guerra. Madrid. 1869
- BARRETO, Aníbal. Fortificações do Brasil. Río de Janeiro. Biblioteca do Exército. 1958
- BEERMAN, Eric - Francisco de Requena: La expedición de Límites. Amazonia 1779 - 1795. Madrid. Compañía Literaria. 1996.
- CABRAL, Oswaldo R. - As defesas da Ilha de Santa Catarina no Brasil Colonia. Río de Janeiro. Imprensa Nacional. 1972
- CALDERÓN QUIJANO, José Antonio.
- "Noticias de ingenieros militares en Nueva España en los siglos XVII y XVIII". En Anuario de Estudios Americanos. Escuela de Estudios Hispanoamericanos. Sevilla. 1950
- CALDERON QUIJANO, José Antonio. Fortificaciones en la Nueva España. CSIC. Escuela de Estudios Hispanoamericanos. Sevilla. 1953.
- CALDERON QUIJANO, Jose Antonio. Bibliografía de las fortificaciones españolas en América en la Edad Moderna. Biblioteca CEHOPU., Madrid. 1985
- CÁMARA, Alicia (Direc). Los ingenieros militares de la monarquía hispánica en los siglos XVII y XVIII Ministerio de Defensa. Madrid. 2006
- CAPEL, Horacio y otros. De Palas a Minerva : formación científica y la estructura institucional de los ingenieros militares. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid 1988
- CAPEL, Horacio. Los Ingenieros militares en España, siglo XVIII: repertorio biográfico e inventario de su labor científica y espacial. Universidad de Barcelona. Cátedra de Geografía Humana Barcelona. 1983.
- CENTRO DE ESTUDIOS HISTÓRICOS DE LA OBRA PÚBLICA (CEHOPU) - La ciudad iberoamericana. Actas del Seminario de Buenos Aires. Madrid. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. 1987.
- DE PAULA, Alberto. El plan de desarrollo urbano patagónico de 1778 y sus constructores. Buenos Aires. Academia Nacional de la Historia. 1985.
- ESPAÑA. MINISTERIO DE DEFENSA. SERVICIO HISTÓRICO MILITAR. Cartografía y Relaciones Históricas de Ultramar. Madrid. 9 Tomos. 1949-1999
- GALINDO, Jorge. El conocimiento constructivo de los ingenieros militares del siglo XVIII. Cali, Universidad del Valle - CITCE. 2002.



GUARDA, Gabriel. Flandes indiano. Las fortificaciones del Reino de Chile. (1541-1826). Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile. 1990

GUTIÉRREZ, Ramón - Arquitectura y urbanismo en Iberoamérica. Madrid. Ed. Cátedra. 1983

GUTIÉRREZ, Ramón. El Real Cuerpo de Ingenieros Militares en España y América. Actas del Seminario de Puertos y Fortificaciones. CEHOPU. Madrid. 1985

GUTIÉRREZ, Ramón - ESTERAS, Cristina - Territorio y Fortificación. Vauban, Fernández de Medrano, Ignacio Sala y Félix Prósperi. Influencia en España y América. Madrid. Ediciones Tuero. 1991.

GUTIÉRREZ, Ramón - ESTERAS, Cristina - Arquitectura y Fortificación. De la ilustración a la independencia americana. Madrid. Ediciones Tuero. 1993.

GUTIÉRREZ, Ramón y otros- Estudios sobre urbanismo Inberoamericano. Siglos XVI al XVIII. Sevilla. Consejería de Cultura. Junta de Andalucía. 1990.

GUTIÉRREZ, Ramón. Fortificaciones Iberoamericanas. Editorial El Viso. Madrid. 2006

MARCO DORTA, Enrique. Cartagena de Indias. La ciudad y sus Monumentos. CSIC. Escuela de Estudios Hispanoamericanos. Sevilla. 1951.

MONCADA, Jose Omar. Ingenieros Militares en Nueva España: Inventario de su labor científica y espacial Siglos XVI a XVIII. Universidad Nacional Autonoma de México, 1993

MUÑOZ CORBALÁN, Juan Miguel.(Coordinador) La Academia de Matemáticas de Barcelona. El legado de los ingenieros militares. Barcelona: Ministerio de Defensa, 2004.

MUÑOZ CORBALÁN, Juan Miguel – CAPEL, Horacio. Los ingenieros militares de Flandes a España (1691-1718). Ministerio de Defensa, Secretaría General Técnica. Madrid. 1993.



**IMÁGENES**



Fuerte de San Felipe de Barajas.  
Cartagena de Indias (Colombia)

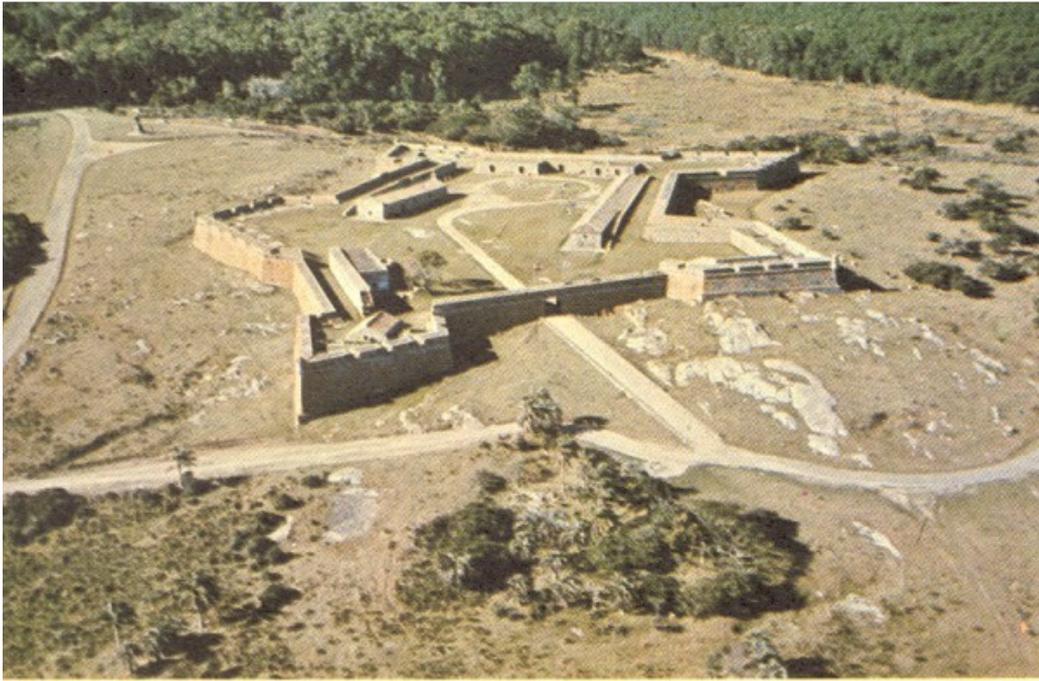


Castillo del Real Felipe en el Puerto  
del Callao (Perú) defensa principal  
sobre el Pacífico



Fuerte del sistema defensivo  
Valdivia (Chile)





Fortaleza de Santa Teresa (Uruguay) frontera con los portugueses del Brasil



Fuerte de las salinas de Araya (Venezuela) demolido por los propios españoles después que actuara como elemento disuasorio para evitar el saqueo de los holandeses.

