

LA TRATADÍSTICA MILITAR APLICADA A LA INVESTIGACIÓN DEL PATRIMONIO: EL CASO DE LA FORTIFICACIÓN ABALUARTADA

Guillermo Guimaraens Igual, Juan Francisco Noguera Giménez y Virginia Navalón Martínez
Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio de la Universitat Politècnica de València

AUTOR DE CONTACTO: Guillermo Guimaraens Igual, guiguig@cpa.upv.es

RESUMEN: *La investigación del patrimonio fortificado moderno encuentra en los tratados un apoyo ideal para dilucidar las claves específicas de muchas de sus construcciones. Los tratados constituyen en el siglo XVIII un referente en la formación de los ingenieros, que los utilizan como manuales a fin de resolver las dificultades constructivas, funcionales y geométricas de la fortificación abaluartada. Las técnicas utilizadas y algunos elementos ocultos—cimentaciones, muros de contención, estribos...—pueden ser anticipados con auxilio de las fuentes antes de la intervención. Determinadas porciones desaparecidas pueden estimarse dada la precisión de los trazados de sus magistrales. En el presente artículo se presentan algunas de las conclusiones que los autores han podido alcanzar a partir de casos concretos de estudio.*

PALABRAS CLAVE: patrimonio histórico militar, fortificación abaluartada, tratados, geometría, baluarte, trazados.

1. INTRODUCCIÓN

El estudio de la fortificación abaluartada requiere un conocimiento profundo de sus fuentes teóricas, pues éstas son las principales transmisoras de sus secretos.

Es preciso entender que el arte de la fortificación, desde sus orígenes hasta bien entrado el siglo XIX, es concebido como una ciencia hermética para todo aquel que desea consolidar un territorio, un objeto de deseo a perfeccionar y a atesorar que, dado el interés que suscita, promueve la proliferación de teóricos y aficionados, que ingenian nuevos progresos del arte o desvelan técnicas ya conocidas, aparentemente silenciadas por las necesidades de Estado.

En este cúmulo de propuestas escritas es fácil trazar una trayectoria evolutiva del arte de la fortificación en general y de la fortificación abaluartada en particular. No obstante, es preciso tener en cuenta lo comentado para poder discernir entre aquellos escritos que simplemente recogen ideas ya obsoletas que se citan como novedades y aquellos textos revolucionarios de teóricos avanzados a su tiempo que revolucionan el arte de la arquitectura militar.

En este sentido resulta muy ilustrativo lo sucedido con los textos de Vauban (Gutiérrez y Esteras, 1991), del que proliferan infinidad de obras a él atribuidas y que, sin embargo, son publicadas en los últimos años de su vida por editores oportunistas (Du Fay, 1692), en la mayoría de los casos sin su consentimiento, desvelando unos sistemas de fortificación y unas técnicas de ataque a las plazas en declive. Ello no es óbice para que academias e ingenieros, especialmente en el caso español, se apoyen en ellos, ávidos de conocimiento específico, tras décadas ansiando conocer los secretos de los éxitos franceses, mientras ya están viendo la luz nuevos sistemas de fortificación.

2. SOBRE LA FORTIFICACIÓN ABALUARTADA

Generalmente se considera que los orígenes de la fortificación abaluartada se remontan a los orígenes del armamento de fuego. De hecho la fortificación moderna, también conocida como fortificación pirobalística, marca el comienzo de una nueva era en el modo de hacer la guerra. Pero es preciso no olvidar que el gran cambio localizado en el siglo XV se produce en todos los ámbitos, desde el pensamiento, la estructura socio-económica, la política, la concepción del territorio... en mutua dependencia. Sólo los grandes Estados pueden movilizar unas técnicas productivas y un capital para desarrollar un armamento y una nueva concepción arquitectónica inaccesible para los poderes feudales, de ahí la cohesión de amplias porciones de territorio y la transición paulatina de la estructura feudal al estado moderno. No obstante resulta difícil fijar una fecha para el origen de la fortificación abaluartada, pues muchos de sus principios subyacen en los orígenes de la fortificación neurobalística: la defensa de flanco, el dominio de las alturas, la diversificación de los frentes, la interposición de obstáculos, el control y fortificación de los accesos, la eficacia del efecto de barrido en la trayectoria de los proyectiles... Pero es cierto que la amenaza lejana de un armamento de fuego, en un estado primitivo, resulta determinante para detectar en el transcurso del siglo XV una transformación paulatina de las formas arquitectónicas.

Desde el mismo momento en que emerge una teoría artillera, emerge una teoría de la fortificación específica para contener el efecto demoledor de la nueva artillería. Es precisamente en los territorios donde se viven los principales conflictos bajo-medievales (Francia y España), donde se cuajará la primera transformación de la fortificación, la denominada fortificación de transición, con unas características tipológicas particulares. Dado que la artillería no hace peligrar a la arquitectura, la metamorfosis se inicia adaptando a la arquitectura como soporte artillero.

Cuando el proyectil artillero se oriente hacia la arquitectura y se observe su efecto demolidor, ésta empezará a plantearse cuestiones resistentes y tácticas que le impidan eludir el impacto. Es a partir de este momento cuando la fortificación empezará a enterrarse y se recurrirá a los grandes espesores de tierra para sus muros.

En el momento en que dos de los principales estados modernos, Francia y España, empiecen a dirimir sus disputas territoriales en Italia (a finales del siglo XV), la experiencia bélica favorecerá la eclosión del embrión de la fortificación que, más adelante, se denominará abaluartada. El elemento del baluarte, bastión, se consolida pues como evolución formal del torreón circular.

Con el traslado de los conflictos a Flandes, los teóricos formados en Italia, se ponen al servicio de las diferentes Coronas, y extienden las teorías de la fortificación bastionada por Europa (Vera, 2001).

La adaptación de las teorías a los territorios concretos en que se implantan, darán pie a unas características tipológicas, constructivas... que han conducido a muchos autores (Zapatero, 1963; Gómez Vizcaíno, 2003) a referirse a determinadas escuelas de fortificación (española, francesa, holandesa, alemana...). En este sentido se habla de materiales, mamposterías, tierra, agua, fajinas... o de elementos característicos, como falsas bragas, fosos secos o con agua, escarpas más o menos acusadas, etc.

Precisamente en el contexto francés se consolidan autores autóctonos, como *Errard, De Ville* o *Pagan*, que a partir de las teorías italianas y su aplicación en otros territorios, dan pie a una tradición francesa que se condensará en el siglo XVII en la fortificación abaluartada Vaubaniana.

Tanto en *De Ville* (1628) como *Pagan* (1645), se observa la paulatina conversión del arte de la fortificación en un ejercicio geométrico que conducirá a la futura tradición fortificatoria del siglo XVIII, en la que priman la terminología, los trazados en planta y el valor de la medida.

El cénit de la fortificación abaluartada llegará de la mano, precisamente, de la fortificación francesa, y elevará a Francia al rango de principal potencia militar europea, bajo el reinado de Luis XIV, que cuenta con el instrumento de Vauban y sus técnicas revolucionarias para acometer el asedio de plazas bastionadas. Simplemente cohesionando ideas ya existentes, Vauban re-inventa el empleo de las trincheras paralelas, el caballero de trincheras, las baterías de rebote y las traviesas. Se trata de elementos que refuerzan su método racionalizado de asedio que permitirá planificar de un modo infalible el inicio y culminación del mismo (Faucherre y Prost, 1992). Pero Vauban, como ingeniero real, debe, al mismo tiempo, ofrecer nuevos sistemas de fortificación que se opongan a sus propias técnicas de asedio y fortalezcan las debilidades que él mismo había detectado en el sistema bastionado. Así surgirán consecutivamente los tres sistemas Vauban, que se caracterizan por la interposición de elementos para la caída inevitable de la plaza (tenazas, contraguardias, revellines y demás obras exteriores). *Vauban* también busca la máxima exposición del asaltante al fuego de flanco (cortinas abaluartadas), incorpora el través como elemento arquitectónico destinado a evitar el fuego de enfilada. Además, su preocupación por elevar la potencia de fuego, le lleva a experimentar con posiciones acasamatadas (principio de superposición de fuegos aplicado en sus torres bastionadas).

Es preciso no olvidar, ante la tendencia teórica a magnificar las aportaciones de Vauban en la segunda mitad del siglo XVII, que en el otro lado de la trincheras, también se efectúan aportaciones significativas al arte de la fortificación. *Coehoorn*, ingeniero holandés, coherente con las condiciones particulares del terreno en los Países Bajos, propone nuevos sistemas de defensa asociados al agua (Van Coehoorn, 1685). En el campo español, Fernández Medrano, en Flandes, impulsa el papel de las academias de formación y transmite la necesidad de una cohesión entre el conocimiento teórico y

práctico (Fernández Medrano, 1700).

El siglo de las luces, irrumpirá con todo su empuje ilustrado y con una proliferación teórica que se plantea el porvenir de aquella fortificación abaluartada que sobrevivirá, mientras el desarrollo artillero y la nueva movilidad de los ejércitos la ponen en jaque. El afán de conocimiento que, en casos como el de la Corona Española, moviliza a especialistas tratando de importar los secretos avances tecnológicos de otras potencias, se frena con el transcurrir de los tiempos. Las instituciones académicas, nacidas de aquel afán por atesorar y transmitir conocimiento, en el caso militar se apoyan en las fuentes teóricas con mayor o menor proyección internacional en función del momento, y acentúan una disputa equívoca entre las virtudes del aprendizaje práctico y teórico, en ocasiones distorsionada por tendencias nacionalistas que, con acierto o sin él, priorizan a las fuentes autóctonas y defienden tradiciones que niegan nuevas propuestas. Es el caso de la Academia Francesa ante las aportaciones de *Montalembert* (1776-1796) que, en definitiva, anticipaban el nuevo sistema poligonal alemán y atentaban contra el tradicional sistema abaluartado.

El siglo XVIII es pues para la fortificación abaluartada un siglo de consolidación, de inercias teóricas, de amaneramientos eruditos y de proliferación constructiva al amparo de esta atmósfera teórica, que hacen imprescindible el conocimiento de las fuentes manejadas por los ejecutores para entender el proceso táctico, proyectual y constructivo de las fortificaciones del momento (Guimaraens, 2008).

3. SOBRE LOS TRATADOS DE ARQUITECTURA MILITAR

El espíritu renacentista, que encarna la avidez por el conocimiento, y que se materializa con la profusión de tratados divulgativos de las diversas materias que conciernen al hombre, da lugar a las primeras publicaciones sobre arquitectura militar de la *Era Piroballística*.

En un principio, el tratado—entendido como mimesis expositiva de fuentes clásicas como *Vitruvio*, donde la arquitectura militar integra sus contenidos—, se transforma en fuente de aportación de nuevas interpretaciones. Surgen entonces tratados de arte militar exponiendo ideas que tienen que ver con la nueva fortificación piroballística. Así pues, en una primera fase de la tratadística, hallamos fuentes originales, que exponen métodos particulares de fortificación, de acuerdo con la estructura de los tratados clásicos.

Generada una base teórica, el tratado renacentista derivará hacia el tratado característico del siglo XVII, o barroco, influido por el peso matemático que se ha querido conceder al arte de la fortificación, donde los autores se prestan a exhibir su erudición sobre las fuentes precedentes. Los tratados españoles del siglo XVII, recurren pues a profusión de citas, referencias, exposiciones alambicadas... como sucede en el caso de *Caramuel* (1678), *Enriquez de Villegas* (1651) o *Vicente Mut* (1664). En algunos casos, autores como *Folch de Cardona* (1671), desde las clases aristocráticas, aspiran con su obra a ganarse el favor real. El lector, entonces, puede llegar a preguntarse cuál es el verdadero objetivo con el que nacen estos escritos.

Simultáneamente, surgen autores que apoyan sus obras en la experiencia personal, defensores de la formación práctica, como sucede con *Santans y Tapia*, materializando el otro polo del posicionamiento tratadístico que enfrenta a teoría y práctica.

En la segunda mitad del siglo XVII, la inercia de los acontecimientos rumbo al siglo XVIII ilustrado, conduce a una consolidación de la actitud científica, demostrativa, que se materializa en autores como *Dávila y Heredia* (1669), o *Alonso de Cepeda* (1699), proponiendo problemas geométricos y cuantitativos.

Pero, simultáneamente, pervive la actitud mística y simbólica, nostálgica de tiempos pasados, que da pie a escritos utópicos, como el de *Teodoro Barbo* (1680?).

La dualidad “experiencia práctica” y “teoría” se acentúa con dos personalidades en el cambio de siglo, como son *Vauban* y *Fernández Medrano*. El primero, de un modo radical, elude la transformación de sus principios en recetas, lo que da pie a que otros muchos autores, como se ha comentado con anterioridad, satisfagan la demanda internacional de las teorías del ingeniero francés con publicaciones que, supuestamente, las recogen.

Fernández Medrano (1700), con la mirada puesta en la formación académica, produce el prototipo de tratado de fortificación que caracterizará la formación de los ingenieros en el siglo XVIII (se dan definiciones concretas, se fijan máximas, se aclaran las equivalencias métricas, se plantean cuestiones constructivas, terminológicas e, incluso, se propone el método de fortificación propio).

El tránsito de siglo también enfrenta a la producción de las instancias Académicas, siempre imbuidas del afán didáctico. Las Academias especializadas en la formación de ingenieros, como la de *Bruselas*, y más adelante la de *Barcelona*, se centran especialmente en el Arte de la Fortificación—destacándose las obras de *Fernández Medrano* (1700), o incluso los posteriores apuntes de *Calabro* (1733) o *Lucuze* (1772)—; mientras que Instituciones como *El Colegio Imperial de los Jesuitas*, que incorporan dicho Arte en su formación, sin embargo, no pierden el gran peso que tiene la formación matemática en su tradición.

Finalmente, no se puede olvidar que, la popularidad de la fortificación, lleva a muchos aficionados, ajenos al mundo militar, a publicar sus propios escritos, como es el caso de *Puga y Rojas* (1707).

Con el siglo XVIII, el espíritu científico conlleva a la multiplicación de temáticas y, por tanto, a la diversificación de las fuentes. La fortificación se entiende como una disciplina independiente, y en muchos de sus tratados, se desligan los contenidos estéticos, a diferencia de lo que ocurría con tratados barrocos como el de *Caramuel* (1678). Así podríamos destacar:

1.-Tratados completos, que recurren a la cita bibliográfica, con catálogos de medidas y teorías en un tono didáctico, con cierto peso matemático, fieles a la tradición jesuita, como puede ser la obra de *Tosca* (1712), o el tratado de *Cassani* (1704).

2.-Los apuntes manuscritos, dictados en las correspondientes academias militares. En los que pesa la descripción *ichnográfica* frente a la *ortográfica*, que delata la conversión del arte de la fortificación en un trabajo en planta totalmente racionalizado. Un ejemplo serían los apuntes de *Calabro* (1733). Normalmente se acompañarán de ejercicios resueltos, o únicamente planteados para que el lector los resuelva.

3.-En el contenido de estos apuntes se observa una paulatina introducción de materias civiles, como sucede en los apuntes de *Claudio Martel* (1778), que denotan la demanda de ingenieros en obras de este tipo.

4.-Se producen también tratados conteniendo únicamente nociones básicas de arquitectura militar para los profanos, e incluso juegos de fortificación con el mismo fin, como los de *Minguet e Irol* (1752).

5.-La afección por los grandes tratados internacionales lleva a la traducción al castellano de los más relevantes, y, por ser estas

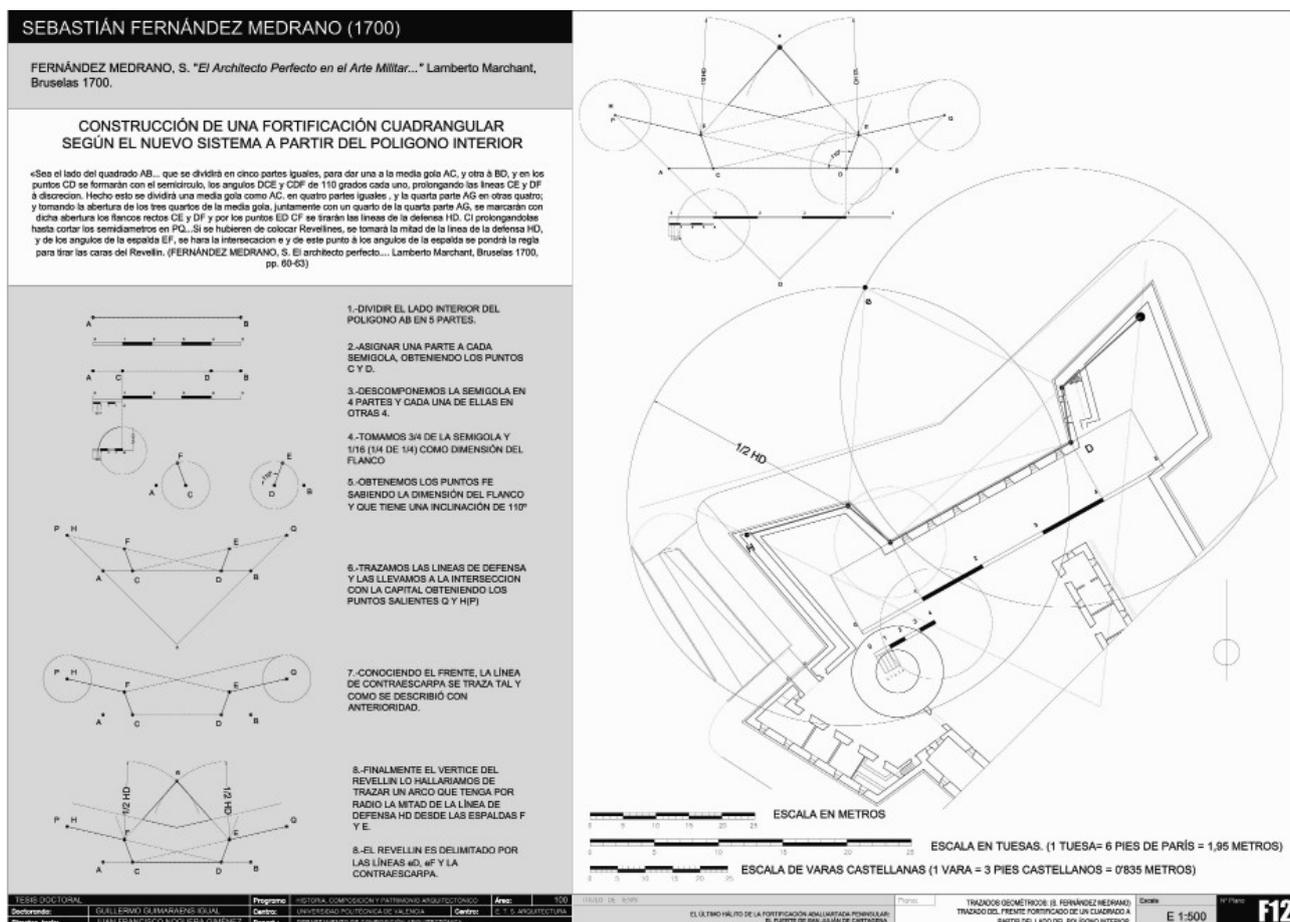


Figura 1. Estudio de proporciones efectuado en el castillo de San Julián (Cartagena) a partir del tratado de Sebastián Fernández de Medrano (1700) (Autor: G. Guimaraens)

traducciones tardías, con las correspondientes anotaciones por parte del traductor que aspiran a la actualización de los datos. Es el caso de las obras de *Sala*, traduciendo a *Vauban* (Sala, 1743); *Centurión*, a *Le Blond* (*Centurión Guerrero de Torres, 1757*); o *Sánchez Taramas*, a *Muller* (*Muller y Sánchez Taramas, 1769*).

6.-Se reciben también escritos internacionales, especialmente a mediados del siglo XVIII, directamente en el idioma original. Éstos son principalmente de procedencia francesa, como los de *Belidor* (1729), *Le Blond* (1766, 1777, 1778), o *Dazin* (1731). Aunque existen otros orígenes, como el tratado inglés de *Muller* (Muller y Sánchez Taramas, 1769).

En este apartado es preciso destacar que, del mismo modo que sucede con la tratadística española, nos encontramos con completos tratados que abarcan diversos temas, desde la mecánica, la geometría, la construcción, el urbanismo o incluso la estética, como la obra de *Belidor* (1729), precedente de las de *Plo y Camín* (1998, 1767), o *Benito Bails* (1779), pudiéndose incluir también la citada de *Muller*. Por otra parte tratados que aspiran más a la erudición en el campo teórico militar, ya sea ataque o defensa de plazas, como la obra de *Le Blond* (1766, 1777, 1778). O trabajos más introductorios, básicos, como la obra de *Le Cointe* (1770).

7.- Se cuenta también con el acceso a publicaciones periódicas de contenido bibliográfico que delatan esa inquietud por estar al corriente de las últimas novedades internacionales, como las *Memorias para la Historia de las Ciencias y de las Artes*.

8.-Se destacan las obras *terminológicas*, a modo de diccionarios, de las que la obra de *Lucuze, Principios de Fortificación* (1772), sería un buen ejemplo, secundada por las de *Ignacio de March* (1781) o *Raimundo Sanz* (1749).

9.-Como no, existe, finalmente, un hueco para aquellos tratados innovadores, que tratan de argumentar nuevas teorías, como sucede en el caso de *Félix Prósperi* (1744).

El siglo XIX ofrecerá un modo diferente de plantear la tratadística, especialmente a raíz de la crisis del sistema abaluartado y las convulsiones revolucionarias.

1.-Por un lado nos encontramos con aquellos autores que se enfrentan al sistema académico francés de la fortificación, como *Montalembert* (1776) o *Carnot* (1812, 1823). Descubrimos en ellos lo que podríamos denominar “tratados-manifiesto” donde no sólo se revoluciona el contenido, sino también el modo de exponer, especialmente condicionado por las circunstancias. Por lo general se ofrece una presentación del estado de la cuestión y un intento justificativo de las alteraciones propuestas. El tratado se entiende como una exposición incompleta, susceptible de recoger críticas y de ofrecer segundas, terceras, o más ediciones, que propongan perfeccionamientos de las propuestas.

2.-Por otra parte, tenemos a los continuadores de la tradición académica, que no sólo son fieles a las formas abaluartadas, sino también al modo de exponer los contenidos. Se suele distinguir entre fortificación permanente o de campaña, y se efectúa un discurso expositivo de la historia de la fortificación.

No obstante, en ambos posicionamientos, la historia de la fortificación se estructura para destacar a la figura de *Vauban*, enfatizando el “antes” y el “después” de su aparición. De tal modo que lo frecuente es acabar enumerando los problemas que se generan en la fortificación abaluartada y proponer soluciones, dentro o fuera del sistema.

En el caso de los continuadores de la tradición académica, donde podríamos incluir los tratados de *Noizet* (1792, 1811, 1818) o *Herrera García* (1846, 1863), se observan ya discrepancias en las estructuras. Pues sí, por ejemplo, *Noizet* trata por separado la fortificación

permanente y la de campaña, como venía siendo habitual, lo hace con el objeto de resaltar el papel que está destinada a asumir a partir de entonces ésta última. Por el contrario, *Herrera*, enfatiza la necesidad de la fortificación permanente, considerándola imprescindible y concentrando su discurso principalmente en la misma.

A mediados de siglo XIX, la actitud beligerante de las fuentes escritas defendiendo las teorías francesas o alemanas da paso a un tono conciliador, como se puede ver en la obra de *Bernáldez* (1863). Se sigue historiando la fortificación utilizando la irrupción de *Vauban* como su ecuador temporal, se plantean los problemas tradicionales e, incluso, se historian las posibles soluciones propuestas. Pero lo que se impone siempre es una reflexión sobre la situación del momento, registrando experiencias artilleras o fortificadoras recientes, pues el camino de la teoría fortificatoria ya no reside en plantear las soluciones a los problemas surgidos por la evolución táctica y armamentística, sino que debe ir más allá: debe intuir el camino que define el progreso para plantear propuestas fortificadoras que resuelvan los problemas por venir planteados por un armamento en progresión continua, y que aún se desconocen.

Hacia 1860, la situación tratadística de la fortificación en España es confusa, en la medida en que se cuenta con grandes vínculos teóricos con Francia, sin que se disponga de una información clara de lo que se está experimentando en Alemania, o la misma Rusia, por citar ejemplos utilizados por el mismo *Bernáldez* (1863). Aunque lo que sí parece colegirse es, ante el espíritu conciliador, una actitud rupturista frente al concepto de *Sistema de Fortificación*.

4. LA ORTODOXIA EN LA TEORÍA DE LA ARQUITECTURA MILITAR ABALUARTADA

Para poder abordar la comprensión de los proyectos de fortificación abaluartada, especialmente en el siglo XVIII, es preciso entender la consideración de la fortificación como arte, que, encorsetado por un sinnúmero de reglas, dicta muchas de las decisiones proyectuales tan sólo alteradas por el espíritu práctico de muchos ingenieros que adecúan las mismas a las condiciones particulares de la propuesta, especialmente el lugar.

La fortificación pues, es entendida como arte que requiere conocimiento matemático, topográfico, constructivo, geométrico, gráfico, artillero, de táctica militar...

Por lo general matiza una distinción entre lo que considera fortificación permanente o fortificación de campaña, donde el matiz diferencial es el mayor grado de provisionalidad de la segunda, siendo los principios tácticos y geométricos idénticos. Posiblemente las características constructivas, la mayor economía de medios y el tránsito hacia una guerra más dinámica, favorecerán a la fortificación de campaña, cuyas técnicas pervivirán hasta nuestros días.

Los tratados de fortificación suelen también matizar la distinción entre fortificación regular e irregular, a partir de los claros condicionantes geométricos que rigen la fortificación abaluartada. La primera, muy ilustrativa para entender los requerimientos ideales funcionales de la fortificación, dificulta su aplicación real y queda relegada como ejercicio erudito de los ingenieros. No obstante, la fortificación nunca pierde de la necesidad de regularización y dependencia métrica del frente abaluartado, que rige el diseño de toda fortificación, y se convierte en patrón que convierte a la fortificación irregular en una solución de circunstancias, realista, que debe aspirar siempre a la regularidad que exige la respuesta a los condicionantes armamentísticos frente a los condicionantes del terreno, pues se facilita así el proyecto y se economiza la construcción.

El valor de la medida y el resultado tipológico es recogido por

numerosos tratados, dada la trascendencia absoluta del número (equivalente al alcance del armamento del momento) en el proceso de diseño. No obstante, dicho número sufre alteraciones vertiginosas en función del desarrollo artillero y su precisión, hasta el punto de que, cuando el alcance artillero supere la escala territorial de la fortificación, deban buscarse alternativas al sistema abaluartado, un sistema donde cada línea de su trazado, está íntimamente relacionada con las restantes, y suele responder a medidas específicas fijadas por el proyectista. Ello permite justificar en todo objeto de estudio la búsqueda de dichas líneas y sus correspondientes medidas, en muchas ocasiones diluidas en el objeto construido y distorsionadas por los documentos históricos. Siendo las referencias tratadísticas del momento las únicas que pueden recuperarlas para el investigador.

En relación con las líneas y la definición de elementos constituyentes de la fortificación abaluartada, existen múltiples posibilidades de clasificación tipológica, que sólo contribuyen a la complejidad y confusión en los estudios.

Asumida la necesidad en el estudio de toda fortificación abaluartada de conocer cada una de sus líneas geométricas y sus medidas respectivas, es preciso reconocer los patrones de longitud vigentes en el periodo que nos ocupa. Los tratadistas suelen hacer hincapié en la necesidad de conocer las unidades de medida, precisamente en unos momentos en que se camina hacia la estandarización de las mismas. Por lo general, a lo hora de enfrentarse a las unidades de medida en proyectos del siglo XVIII es preciso tener presente que:

1.-A principios del siglo XVIII, frente al caos métrico ocasionado por infinidad de medidas de carácter puramente local, el esfuerzo

racionalista lleva a muchos tratadistas a un intento ordenador, ofreciendo tablas de equivalencias entre medidas internacionales y locales; junto a confusas disertaciones tratando de clarificar las mismas.

2.-Simultáneamente, los ingenieros, como integrantes de un cuerpo organizado, y con numerosos nexos internacionales, bien debido a la heterogeneidad de sus primeros integrantes, o al estudio a partir de fuentes de toda procedencia, optan, especialmente en España, por recurrir a la *tuesa* como medida de referencia. Posiblemente debido al peso militar de Francia y a la influencia de las teorías de *Vauban*. Podemos hablar de una globalización inconsciente de las medidas que se aglutina en torno a la *tuesa* o *toise*, manejada por el ingeniero militar (Guimaraens, 2008a: 798).[Fig. 1]

3.- A mediados del siglo XVIII, tratando de huir de las influencias foráneas, y, al mismo tiempo, buscando una regularización métrica, se formalizan los intentos por hacer de la vara del marco de Burgos, la medida de referencia en España, y se impone como tal a los ingenieros militares (Lucuze, 1772: V-VI).

4.-Se puede observar como el legado francés es tan influyente que, en la segunda mitad del siglo XVIII, en muchos proyectos de fortificación, los ingenieros militares siguen recurriendo a la *tuesa*, mientras que los artesanos civiles que trabajan en las mismas obras, hacen uso de las medidas locales, o del patrón de la vara del marco de Burgos (Noguera y Guimaraens, 2005: 11).

5.-La revolución francesa trae de la mano el espíritu globalizador de las ideas. Y la revolución científica la necesidad de una unificación de medidas, proponiendo el *Sistema Métrico Decimal* como un sistema

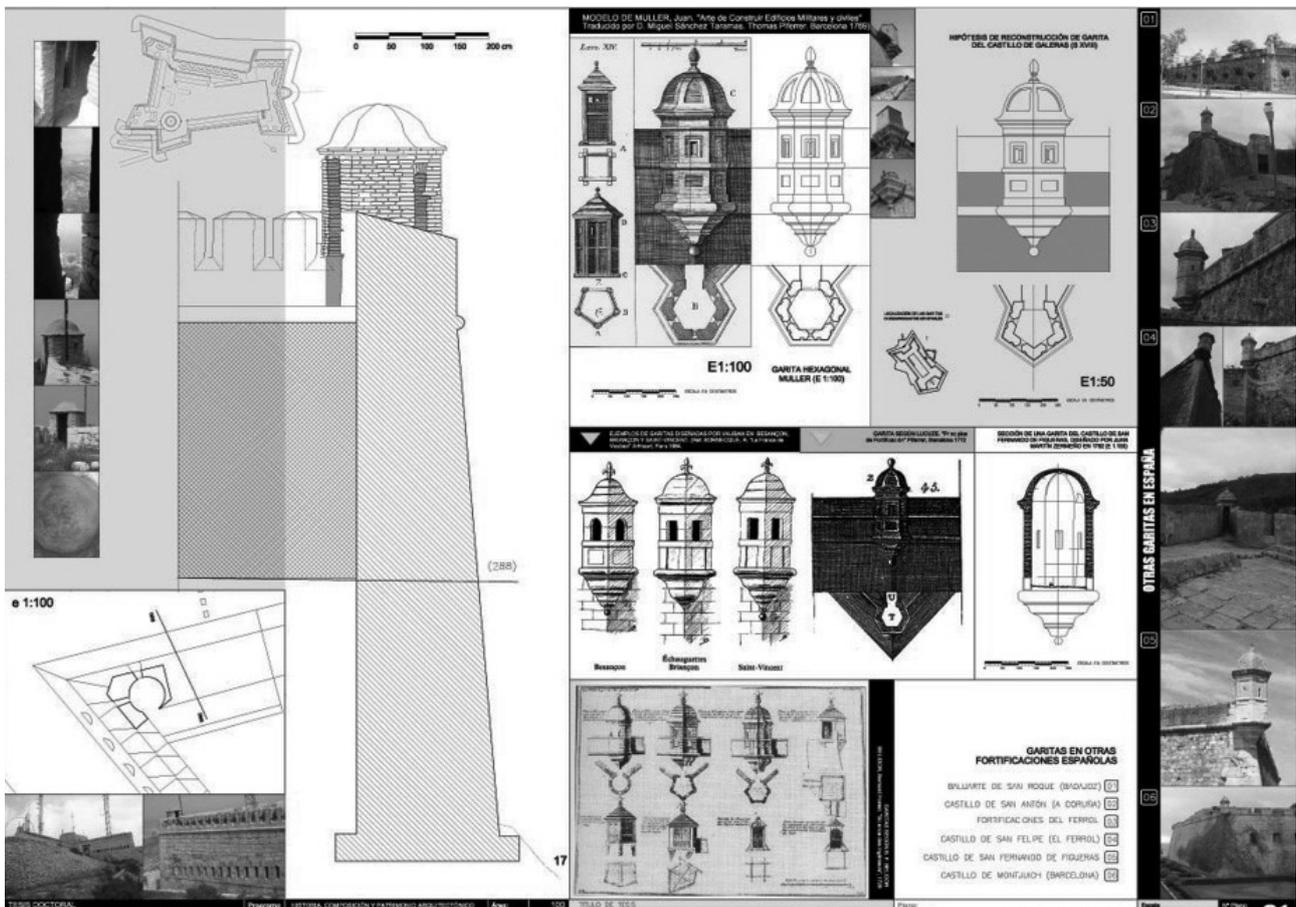


Figura 2. Estudio de garitas contrastando los testimonios de tratados y diversas construcciones del ámbito peninsular (Autor: G. Guimaraens)

que nace con la aspiración de responder a definiciones neutras exportables.

6.-El siglo XIX arranca en Francia con el intento de imponer el *Sistema Métrico Decimal* y las dificultades que se encuentran para implantarlo con rotundidad, frente a las reticencias del pueblo a abandonar sus medidas tradicionales.

7.-España intenta implantar el *Sistema Métrico Decimal* con la ley de 1849, apelando a la experiencia francesa. Sin embargo, transcurrirá prácticamente la segunda mitad del siglo sin que se produzca una implantación definitiva y total del sistema métrico (Guimaraens, 2008a: 812-813).

Como podremos observar, el Cuerpo de Ingenieros, como organismo oficial, irá asumiendo con presteza las diferentes imposiciones de regulación métrica, no en vano han sido los verdaderos impulsores de la globalización de un sistema métrico de referencia, y los principales afectados por el caos de medidas locales a las que debían adaptarse en sus múltiples destinos.

Esto nos permite comprobar cómo, por ejemplo en algunas obras estudiadas, como el Castillo de San Julián, el ingeniero responsable, *Jácome*, en 1866, utiliza sin problemas el *Sistema Métrico Decimal*, aunque algunos operarios recurren a medidas locales. Del mismo modo, planos inmediatamente anteriores a 1849, recurren a la *vara burgalesa*, y los primeros proyectos de *Zermeño* (finales del siglo XVIII), se miden en tuesas. Tampoco sorprenderá verificar que el *Fuerte de San Julián*, responde en muchas de sus líneas, a medidas exactas del antiguo sistema francés, especialmente en los frentes abaluartados que se erigen sobre preexistencias, lo cual permite dilucidar hasta qué punto se respeta el antiguo trazado de las mismas (Guimaraens, 2008b:264).

Por lo general, los tratados de arquitectura militar del siglo XVIII recurren al establecimiento de unas máximas, que sintetizan el trazado de la fortificación en un breve conjunto de preceptos que deben ser seguidos a rajatabla por el ingeniero proyectista, y sin los cuáles la fortificación perdería eficacia militar. En la definición de estos preceptos también se observa una evolución desde las teorías clásicas de la fortificación abaluartada hasta mediados del siglo XIX, en que se ejecutan las últimas muestras de fortificación abaluartada:

1.-Los teóricos, a principios del siglo XVIII, ofrecen sus máximas como una detallada y abundante exposición de preceptos, donde se atreven a fijar el valor de la medida, con un criterio totalmente arbitrario, que trata de responder a una justificación objetiva (normalmente medidas por debajo del alcance del armamento de fuego del momento)

2.-En un afán universalista, y conscientes de la evolución vertiginosa de los alcances que condicionan las medidas, muchos autores tratan de sintetizar sus máximas, especialmente en la segunda mitad del siglo XVIII, proponiendo máximas generalistas que respondan a toda situación, como es el caso de *Lucuze* (1772).

3.-El cuestionamiento de las teorías de la fortificación abaluartada, y el profundo y acalorado debate que arrastra a los especialistas, lleva a muchos autores de la transición revolucionaria, como *Montalembert* (1776) o *Carnot* (1812, 1823) a esgrimir argumentaciones justificativas desmontando, al mismo tiempo, las teorías oponentes, sustituyendo con un espíritu romántico, las máximas de los teóricos del mundo ilustrado.

4.-Cuando a mediados del siglo XIX se imponga un espíritu conciliador, nos encontramos con un mestizaje, con la propuesta de máximas muy generalistas y argumentaciones razonadas de los sistemas propios, en relación a los precedentes y contemporáneos.

Es preciso remarcar que en el estudio de la fortificación se puede pecar

de hacer ortodoxia de la ortodoxia. Éste debe nacer más bien de una metodología aplicada a cada caso concreto, a partir de la *ortodoxia* que lo generó, pero consciente de los rasgos individualizadores de cada construcción. Pues, como suele suceder en el arte en general, o en la arquitectura en particular, el afán didáctico parece conducir a intentos de periodización que definen fronteras, cuando, es precisamente en la proximidad de dichas fronteras donde más a gusto se sienten los verdaderos espíritus creativos. Algo similar sucede en el mundo de la fortificación, al pretender descubrir los rasgos de una escuela española, hispanoamericana, francesa, italiana, alemana u holandesa... La primera, por ejemplo, suele asociarse a una fortificación que se adapta al terreno, cuando, por lo general, este criterio es seguido por la gran mayoría de ingenieros. Es posible que las condiciones abruptas del territorio peninsular condicionan una escasez de medios y una imposibilidad de grandes movimientos de tierras, del mismo modo que el territorio holandés implica un ejercicio de fortificación asociado a elevados niveles de agua... Cualquiera ingeniero, proceda de la escuela que proceda, habría respondido de modo similar.

En ocasiones la ortodoxia prescribe la ausencia de frentes abaluartados en frentes fluviales o marítimos, lo cual no impide que en más de una ocasión nos encontremos realidades contradictorias. Con toda probabilidad, en estos casos, descubriremos que se trataba de un frente fluvial que, de un modo u otro, podía ser accesible por tropas de tierra...

Como sucedió en el estudio del castillo de Galeras, una cortina desproporcionada respecto a los trazados recomendables, una supuesta anomalía de la ortodoxia, sugería algún tipo de desavenencia en el proyecto. Como más adelante corroboraron documentos históricos, se descubrió una destitución del director de la obra que, una vez iniciada, decidió que el emplazamiento no era el adecuado, alargando las cortinas para acercar la fortificación al borde de la cumbre montañosa (Noguera y Guimaraens, 2005:10).

5. EL PAPEL DEL TRATADO EN LA INVESTIGACIÓN SOBRE EL PATRIMONIO MILITAR

Numerosas son las investigaciones emprendidas que han desvelado datos claves del elemento patrimonial a partir del estudio de los tratados desde el ámbito métrico, geométrico, táctico, tipológico, hasta cuestiones de índole constructiva o gráfica. Una reciente publicación en relación con la construcción en tierra ponía en relieve cómo las técnicas constructivas en dicho material, y los procesos de obra, podían ser intuitivos, previamente al estudio constructivo del edificio, y facilitar datos sobre excavaciones y técnicas desde el primer momento de la investigación (Guimaraens et al. 2012:533-538) hasta el punto de clarificar posibles errores de ejecución heredados de una mala prescripción tratadística. Por ejemplo, los suelos de cierta heterogeneidad, solían inducir a los ingenieros a recurrir a cajones de cimentación, que se rellenaban de mampuesto ordinario, incrustándose en el terreno hasta alcanzar el estrato resistente. Si el terreno era de buena consistencia, se abrían zanjas de 4 a 6 pies de profundidad (1.11 m-1.67 m) y se proporcionaba su anchura a la altura de los muros de escarpa. Un error frecuente recogido por tratadistas como Muller y Sánchez Taramas (1769: 263) fue el calcular el ancho de la cimentación en función de la altura del cimientado y no de la totalidad del muro.

Diversos estudios acometidos por el equipo de investigación que integran los autores sobre diferentes fortificaciones españolas construidas o reforzadas en el transcurso de los siglos XVIII y XIX, han permitido confirmar la institucionalización de unas prácticas constructivas a raíz de la fuerte influencia que en dicho siglo tienen las academias de formación de ingenieros y los tratados que recomiendan, impulsando una manera de hacer que se encuentra presente en las prácticas de casi la totalidad de los técnicos que intervienen en el patrimonio fortificado español de la época, salvo aquellos de clara influencia extranjera. Los informes

técnicos consultados suelen corroborar las prácticas citadas. Así, el Hornabeque Doble de Moros, el Fuerte de Galeras y el Fuerte de San Julián de Cartagena, o las fortificaciones de Isabel II en Mahón (ejecutadas en el siglo XIX), nos ofrecen un ejemplo significativo de ejecución en tierra con fábricas de sillería, cal y canto que siguen al dictado las prescripciones tratadísticas. Por su parte, el testimonio técnico de Mateo Calabro trabajando en la fortificación de Monzón, ilustra la práctica de construcción de muros con camisas de ladrillo. Además, el Fuerte de Navidad de Cartagena, como sucede en muchas de las fortificaciones decimonónicas surgidas del Plan O'Donnell (1860), ejemplifica la paulatina sustitución de las bóvedas resistentes a prueba de bomba, donde la tierra ocupa un papel clave, por las correspondientes bóvedas de hormigón sobre rosas de ladrillo que recogen algunos textos teóricos del siglo XIX (Guimaraens, 2006:316).

El caso de algunos fuertes singulares estudiados, como el de San Julián de Cartagena, desvela en sus formas el resultado de un debate teórico que se recoge en los tratados. A pesar de que las obras definitivas del fuerte acaecen en 1866, la construcción recoge un interesante debate tardío sólo comprensible desde los textos. El Informe Medina de 1863 (Medina y García:1863), recoge diversas propuestas no ejecutadas en relación con el fuerte que delatan la tensión teórica (Guimaraens, 2008b:269). Así se llega desde una propuesta ideal abaluartada a un híbrido que combina aspectos del trazado abaluartado con la denominada fortificación perpendicular. El desenlace, en el caso de San Julián, permite entender los vínculos entre la ingeniería militar española y la francesa a mediados del siglo XIX, cuando se opta por resolver los problemas del sistema abaluartado dentro del mismo sistema. Aún así, observamos que este debate tan tardío en España, respecto al que ha sucedido en Europa, permite descubrir propuestas que se aproximan a los

sistemas poligonales alemanes, con cortinas continuas, tenazas, caponeras y galerías de contraescarpa, como sucede en el citado *Proyecto Medina*, desvelando cómo algunos autores españoles no son ajenos a las innovaciones y asumen la neutralidad en el debate teórico, tratando de beneficiarse de las opciones que ofrecen los diversos sistemas defensivos que se plantean a principios del siglo XIX.

Los tratados también nos permiten entender las técnicas gráficas utilizadas. Así, frente a los coloridos planos que caracterizan el siglo XVIII, donde el color escogido define desniveles, líneas magistrales, elementos seccionados... la delineación militar a mediados del siglo XIX, se decanta por el valor de la línea monocroma.

Las capacidades del técnico en cuestión, quedan reflejadas por la formación inoculada a través de los contenidos de los tratados, descubriendo al ingeniero militar como un técnico parejo al arquitecto actual, buen conocedor de las técnicas de la proyectación, de la representación gráfica, con amplia formación en matemáticas y cálculo, en gestión económica y en organización de obras, así como con un profundo conocimiento de los diversos oficios relacionados con la construcción.

El conocimiento de los escritos del momento, nos permite entender cómo un fuerte tardío como el de San Julián (Cartagena), se debate entre la vigencia de un trazado abaluartado, y la presencia de unos elementos caracterizadores que tienen que ver con la fortificación perpendicular y circular de *Montalembert*. Así por un lado nos encontramos una necesidad compositiva de adaptar las proporciones del frente abaluartado, pero por otro lado unas formas perfectamente incrustadas en el lugar, que no dudan en deformarse al efecto. En todo momento, el ingeniero proyectista, e incluso los

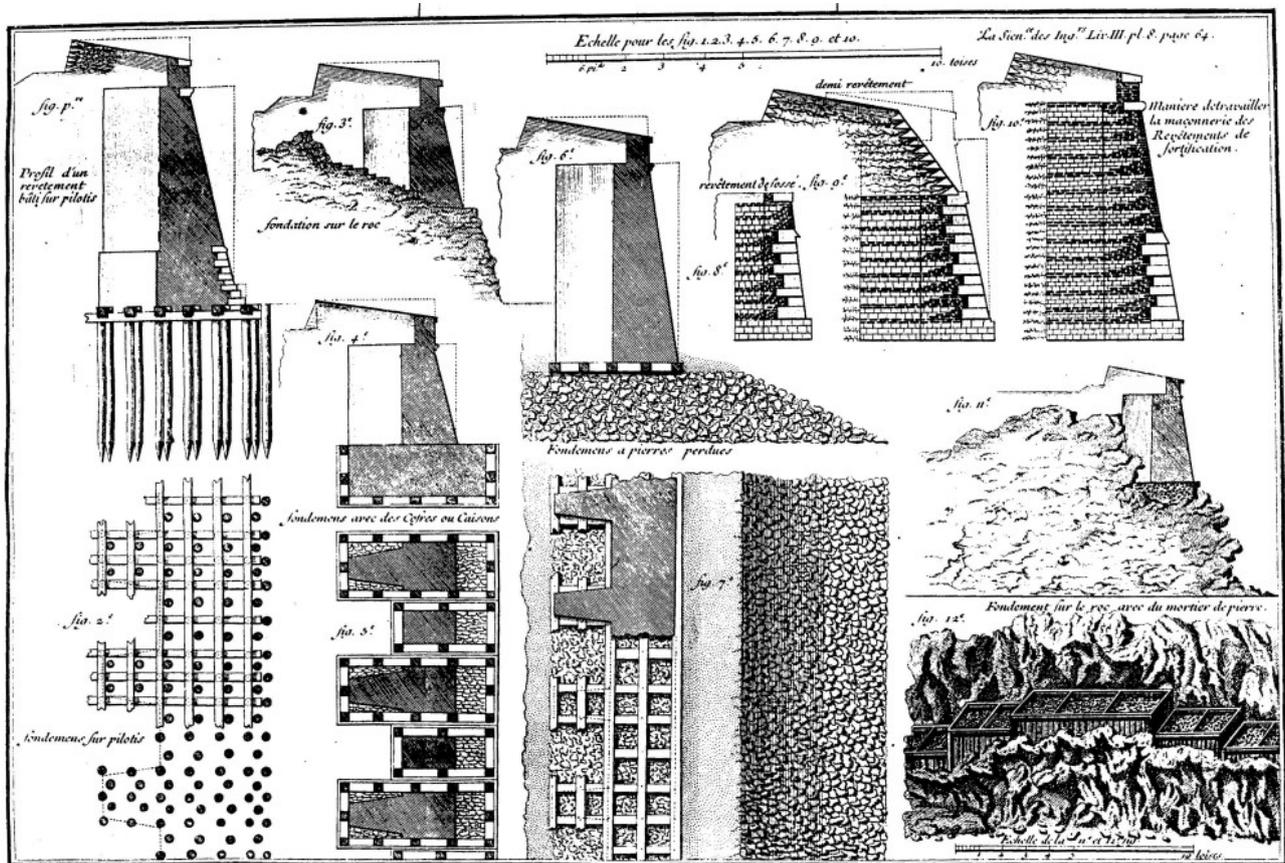


Figura 3. Sistemas de cimentación de las escarpas según el tratado de Belidor (1729: III, 8)

ingenieros integrantes de las comisiones inspectoras, tienen como referencia los elementos de la tradición abaluartada para explicar los requisitos a asumir por la fortificación, lo cual demuestra cuan arraigada estaba la misma, y los íntimos vínculos existentes entre los técnicos españoles y las instancias académicas francesas, tal y como recoge el testimonio del Coronel Bernáldez (Bernáldez, 1860:14-15).

En el caso del fuerte de Galeras (Cartagena), se descubrió un vínculo directo con el *Método de Fortificar* del Padre Cassani (1704), corroborado por la existencia física de un texto de la época en los archivos cartageneros, y confirmada ante la inexactitud de otros referentes tratadísticos. El tratado permitía dilucidar el modo de dimensionar los principales frentes abaluartados, y, especialmente, las singulares proporciones del revellín (Noguera y Guimaraens, 2005: 11).[Fig. 2]

En el caso de fuerte de San Julián, sucede lo contrario, y parece que el trazado se aproxima a diversos tratadistas como *Larrando*, *Fernández Medrano* y *Calabro*, dejando de lado las propuestas de *Cassani*. Una situación que puede responder a una cierta lógica al observar cómo el conjunto de tratadistas citado constituyen un referente claro en la gestación de la formación académica militar en España, concretamente de la Academia de Matemáticas de Barcelona. Podría hablarse de una información heredada que con certeza llega a la formación académica de Guadalajara, de donde se prueba que procede el ingeniero de la obra, *Jácome*, delatando la realidad de que dicha academia es una continuadora de las labores del centro barcelonés (Guimaraens, 2008a:414-416).

Las teorías de la fortificación perpendicular, no tan sujetas a la rigurosidad del trazado se comprueban con determinados requisitos que satisface el frente atenzado, o la misma tenaza del baluarte suroeste o sur, cumpliendo en el primer caso los requisitos de verticalidad del flanco de la caponera respecto a las caras de tenaza respectiva, o, en el segundo caso, la perpendicularidad entre las caras de la tenaza que bate el camino de acceso (Guimaraens, 2008a:441-443).

Siguiendo con la metodología comparativa a partir de los tratados, un reciente estudio de José Rubio, dirigido por G. Guimaraens (Rubio, 2012), ha desvelado las condiciones geométricas que rigen el trazado de algunas herraduras del frente costero, como en el caso del fortín de Moraira, apoyándose en las prescripciones de los tratados de Calabro (1733) y Lucuze (1772). Un sistema geométrico de trazado al que, curiosamente, no responden las plantas que se recogen en la documentación histórica y, al que, sin embargo, sí que responde la fortificación ejecutada. Dato contrastado tras efectuar el oportuno levantamiento de la obra construida.

6. CONCLUSIONES

El patrimonio fortificado abaluartado requiere, a la hora de su estudio y puesta en valor, abarcar diferentes perspectivas que atañen al campo de la táctica y la estrategia militar, al campo de la construcción y al campo de la geometría. Los tratados de arquitectura militar se convierten en verdaderos manuales que contribuyen a clarificar dichos valores de la obra construida que, en muchos casos, se han diluido o desaparecido completamente debido a destrucciones fruto de una situación bélica, del abandono o de intervenciones posteriores.[Fig. 3]

Muchas incógnitas de este patrimonio pueden ser anticipadas gracias al conocimiento de las fuentes de la tratadística militar que nos clarifican cuestiones de cálculo, trazado, técnicas constructivas, elección de materiales... En algunos casos, dejan constancia de errores teóricos heredados por los proyectistas, y, en otras, desvelan leyes ocultas que condicionan un proceso de diseño: ¿Cuál podría ser el emplazamiento de un baluarte desaparecido? ¿Cuál la longitud de la cortina? ¿Qué altura originaria tuvo un terraplén? ¿Qué razones esconde la elección de un material?...

Las técnicas constructivas descritas, nos anticipan el proceso que más adelante pueden corroborar los informes técnicos, y confirman su idoneidad. En el caso de la inexistencia de los mismos facilitan el lanzar hipótesis factibles para la interpretación de la realidad constructiva antes de abordar costosas o imposibles intervenciones, como podría ser el caso de determinadas cimentaciones.

Los glosarios terminológicos permiten acceder a una terminología específica, que es preciso recuperar para hacer referencia a las construcciones objeto de estudio, y que permitirán enfrentarse a los documentos históricos, especialmente leyendas cartográficas que presentan, en muchas ocasiones, difícil legibilidad.

Los criterios geométricos de trazado verifican la fiabilidad de los procesos constructivos, especialmente el trazado en el terreno, así como recuperan líneas perdidas o descubren alteraciones en la obra original no registradas por la documentación histórica o por testigos materiales de la propia obra.

Los criterios de traslación de medidas o las recomendaciones métricas clarifican el sistema métrico utilizado en la proyectación y construcción, facilitando procesos complementarios anteriormente citados.

Las máximas de la fortificación y otras cuestiones tácticas recogidas en los tratados militares, dilucidan la razón geo-estratégica y táctica de la construcción: la elección de determinado lugar, alteraciones del emplazamiento para un fin, o discusiones sobre el mismo así como las diversas decisiones sobre el número de elementos que integrarán a la fortificación o la complementarán, especialmente en forma de obras auxiliares. En este sentido, es fundamental recuperar el valor geo-estratégico del patrimonio militar, cuya recuperación requiere no sólo de una puesta en valor del objeto arquitectónico, sino también de su realidad como pieza integrante de una estructura territorial.

Los criterios de cálculo para el volumen de tierras recomendados por muchos tratadistas, favorecen la estimación de las previsiones, que pueden ser contrastadas posteriormente con los verdaderos volúmenes de la fase de ejecución. Diferencias sustanciales en los mismos, permiten suscitar dudas respecto a errores del técnico en cuestión, alteraciones de la obra en un momento determinado o, incluso, la detección de posibles irregularidades en las justificaciones de gastos que se dirigían a la Corona, clarificando cuestiones de índole administrativa o relacionadas con la sociología de la obra.

Los criterios gráficos de algunos tratados, con recomendaciones más o menos generalizadas sobre el trazado, permiten clarificar aquella información que ha pasado desapercibida en los documentos técnicos de acuerdo con la interpretación actual del grafismo.

No obstante, y a pesar del rigor que caracteriza a muchos de los tratados del siglo XVIII citados en este artículo, es preciso tener en cuenta que el carácter práctico del ingeniero, en la gran mayoría de casos, suele imponer el sentido común y la experiencia, para subvertir algunas recomendaciones teóricas.

El mayor o menor rigor en el cumplimiento de las prescripciones tratadísticas permitirá dilucidar el posicionamiento del técnico, su formación o, incluso, su personalidad, un dato que, si bien no ayuda en esa traslación directa al conocimiento de la obra construida, sí que contribuye al conocimiento complementario de la misma, desvelando cómo el tratado de arquitectura militar resulta ineludible en todo trabajo asociado al mundo de la fortificación.

AGRADECIMIENTOS

El presente artículo es resultado de parte de las investigaciones desarrolladas en el marco del Proyecto de Investigación del Plan Nacional: BIA 2003-07188 concedido por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

BIBLIOGRAFÍA

- Almirante, J. (1869): *Diccionario Militar etimológico, histórico, tecnológico*. Imprenta y Litografía del Depósito de la Guerra, Madrid.
- Bails, B. (1779): *Elementos de matemáticas por D. Benito Bails. Director de Matemáticas de la Real Academia de San Fernando, Individuo de las Reales Academias Española, de la Historia y de la de Ciencias Naturales y Artes de Barcelona*. Tomo I. Don Joachin Ibarra. Madrid.
- Barbo, T. (1680?): *Véncese el Arte con el Arte. Nueva Fortificación del Conde D. Theodoro Barbó*. Unpl. Nápoles.
- Belidor, B. F. de. (1729): *Le sciencie des Ingénieurs*. Chez Claude Jombert, Paris.
- Bernaldez, E. (1860): *La fortificación moderna o consideraciones generales sobre el estado actual del arte de fortificar las plazas*. Imprenta del Memorial de Ingenieros, Madrid.
- Bernaldez, E. (1868): *Noticia sobre la gran defensa, nuevo método de fortificación*. Imprenta del Memorial de Ingenieros, Madrid.
- Calabro, M. (1991, 1733). *Tratado de fortificación o arquitectura militar*. Universidad de Salamanca, Salamanca.
- Capel, H. et al. (1983): *Los Ingenieros Militares en España Siglo XVIII Repertorio biográfico e inventario de su labor científica y especial*. Ediciones y Publicaciones de la Universidad de Barcelona, Barcelona.
- Caramuel, J. (1678): *Architectura civil, recta y obliqua...* Empronta Obispal, por Camillo Corrado, Vegeven.
- Carnot, L.-N.-M. (1812): *De la défense des places fortes*. Courcier Imprimeur-libraire, Paris.
- Carnot, L.-N.-M. (1823): *Memoire sur la fortification primitive pour servir de suite au Traité de la defense des places fortes*. Bachelier, Paris.
- Cassani, J. (1704): *Escuela Militar. De fortificación ofensiva y defensiva. Arte de fuegos y de esquadronar*. Antonio Gonçales de Reyes, Madrid.
- Centurión Guerrero de Torres, M. (1757): *Ciencia de Militares...* Manuel Espinosa de los Monteros, Cádiz.
- Dávila Heredia, A. (1669): *Clabel Geométrico de medidas, útil y necesario a todos los Artífices por Andrés Dávila y Heredia, Señor de la Garena, Capitán de Caballos, Inegniero militar, Profesor de las Matemáticas*. Valencia.
- Dazin, M. (1731): *Nouveau système sur le maniere de défendre les places par le moyen des contremines, ouvrage posthume de Mr. Dazin*. Chez Jacques Clouzier, Paris.
- De Cepeda y Adrada, A. (1699): *Epítome de la fortificación moderna...* Francisco Foppens, Bruselas.
- De Ville, A. (1628): *Les fortifications du chevalier Antoine de Ville*. J. Marlet, Lyon.
- Du Fay, A. (1692): *Manière de fortifier selon la méthode de Mr. de Vauban*. Adrieu Brackmand, Amsterdam.
- Enriquez de Villegas, D. (1651): *Academia de fortificación de plazas y nuevo modo de fortificar una plaza real*. Alonso de Paredes, Madrid.
- Faucherre, N. y Prost, P. (1992): *Le triomphe de la Méthode. Le Traité de l'attaque des places de Monsieur de Vauban Ingénieur du Roi*. Gallimard, Evreux.
- Fernández de Medrano, S. (2001, 1700): *El arquitecto perfecto en el arte militar*. Maxtor, Valladolid.
- Folch de Cardona, P. A. R. (1671): *Geometría militar...* Real Imprenta de Egidio Longo, Nápoles.
- Gómez Vizcaíno, A. V. (2003): *Castillos y fortalezas de Cartagena. Guía de los castillos, fortalezas, murallas, antiguas torres y baterías de Cartagena*. Librería Alcaraz, Cartagena.
- Guimaraens et altr. (2012): *Earth and gunpowder: The earth in the modern fortresses in Rammmed Earth Conservation*. Taylor & Francis, London. 533-538.
- Guimaraens, G. (2006): *Aires de cambio en la Fortificación Marítima de Cartagena a mediados del siglo XIX. El caso del Fuerte Fusilero de Navidad in ARCHÉ. Publicación del Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio 1: 305-316*.
- Guimaraens, G. (2008a): *El último hábito de la fortificación abaluartada peninsular*. Unpl. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia.
- Guimaraens, G. (2008b): *Historical and architectural study of a late bastioned fort: Saint Julian's Fort in Cartagena in ARCHÉ. Publicación del Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio 3: 257-270*.
- Gutiérrez, R. y Esteras, C. (1991): *Territorio y fortificación. Vauban, Fernández de Medrano, Ignacio Sala y Félix Prósperi. Influencia en España y América*. Tuero, Madrid.
- Gutiérrez, R. y Esteras, C. (1993): *Arquitectura y fortificación. De la Ilustración a la Independencia Americana*. Tuero, Madrid.
- Herrera García, J. (1846): *Teoría Analítica de la fortificación permanente*. Imprenta Nacional, Madrid.
- Herrera García, J. (1863): *Medios de equilibrar la resistencia defensiva de los Fuertes y Baterías de Costa contra la violenta, destructora, acción actual del ataque marítimo*. Unpl. (Servicio Histórico Militar: SHM. 5-4-1-3).
- Larrando de Mauleón, F. (1699): *Estoque de la Guerra y Arte Militar*. Thomas Lorient, Barcelona.
- Le Blond, G. (1766): *Elementos de fortificación*. Joachim Ibarra, Madrid.
- Le Blond, G. (1777): *Tratado del ataque de las plazas*. Joachin Ibarra, Madrid.
- Le Blond, G. (1778): *Tratado de la defensa de las plazas*. Joachin Ibarra, Madrid.
- Le Cointe (1770): *Ciencia de puestos militares...* Benito Monfort, Valencia.
- León Tello, F. J. y Sanz Sanz, M. V. (1994): *Estética y Teoría de la Arquitectura en los Tratados Españoles del Siglo XVIII*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid.
- Lucuze, P. (1772): *Principios de Fortificación*. Thomas Piferer, Barcelona.
- March, J. I. (1781): *Nociones militares ó suplemento a los Principios de fortificación del Excmo. Señor don Pedro de Lucuze escrito para la instrucción de los caballeros cadetes del Regimiento de Dragones de Sagunto...* Bernardo Pla Impresor, Barcelona.
- Martel, C. (1778): *De la Arquitectura Civil*. Unpl. Barcelona.
- Medina, S. y García, E. (1863): *Colección de doce planos sobre las fortificaciones de Cartagena*. Sign. 2651 (1/12). SHM. Cartagena.
- Minguet, P. (1994, 1752): *Arte general de la Guerra, sus términos y definiciones y asimismo la baraja de la fortificación moderna con sus figuras y explicación de ellas. Obra muy útil para los que profesan el nobilísimo Exercicio militar y para otros curiosos. Dispuesta y recopilada de varios autores por por Pablo Minguet, Grabador de Sellos, láminas, firmas y otras cosas*. Biblioteca Nacional, Madrid.
- Montalembert, M.-R. (1776-1796): *La fortification perpendiculaire ou Essai sur plusieurs manières de fortifier la ligne droite*. Barrois aîné, Paris.
- Montalembert, M.-R. (1776): *L'art défensif supérieur à l'offensif*. Magimel, Paris.
- Muller, J. y Sánchez Taramas, M. (1769): *Tratado de fortificación ó Arte de Construir los Edificios Militares y Civiles*. Thomas Piferer, Barcelona.
- Mut, V. (1664): *Arquitectura Militar. Primera parte. De las fortificaciones regulares e irregulares...* Imprenta de Francisco Oliuer, Mallorca.
- Noguera, J. F. y Guimaraens, G. (2005): *Metodología para el análisis de un fuerte abaluartado in Castillos de España*. 140: 3-16.
- Noguera, J. F. y Guimaraens, G. (2007): *El debate estratégico para la defensa de Cartagena en el siglo XVIII. La preeminencia de los fuertes exteriores frente a la muralla. El caso del Fuerte de Galeras in Congreso internacional ciudades amuralladas*. Universidad de Navarra, Pamplona.
- Noguera, J. F. y Guimaraens, G. (2008): *Las defensas de Cartagena hasta el siglo XIX y el modo de entender la amenaza desde el mar in IV congreso internacional sobre fortificaciones. Las fortificaciones y el mar*. Ayuntamiento de Alcalá de Guadaíra, Alcalá de Guadaíra. 71-80.
- Noizet de Saint Paul, J. F. G. (1792): *Traité complet de Fortification... Premiere partie. De la fortification des places de guerre...* Barrois aîné. Paris 1792.

- Noizet de Saint Paul, J. F. G. (1811): *Elements de fortifications a l'usage des officiers des Etats Majors des Armées*. Chez Barrois L'Ainé Librairie. Paris.
- Noizet de Saint Paul, J. F. G. (1818): *Traité complet de fortification: ouvrage utile aux jeunes militaires et mis à la portée de tout le monde*. Barrois l'ainé, Libraire (Imprimerie de Doublet), Paris.
- Noizet-de-Saint-Paul, G. (1811): *Elements de fortifications a l'usage des officiers des Etats Majors des Armées*. Chez Barrois L'Ainé Librairie, Paris.
- Ordovás, J. J. (2005, 1799). *Atlas Político y Militar del Reyno de Murcia*. MIMARQ, arquitectura y arqueología, Cartagena.
- Pagan, B. F. (1645) : *Les fortifications*. Besongne, Paris.
- Plo y Camín, A. (1998, 1767): *El Arquitecto práctico, civil, militar, y agrimensor*. Paris-Valencia, Valencia.
- Prosperi, F. (1744): *La Gran Defensa*. Impresora del Real y Apostólico Tribunal de la Santa Cruzada. México.
- Prosperi, F. (1744): *La Gran Defensa. Nuevo Methodo de fortificación...* Impresora del Real y Apostólico Tribunal de la Santa Cruzada. México.
- Puga y Rojas, T. (1707): *Compendio Militar...* Granada.
- Rubio, J. (2012): *La defensa de la ensenada de Moraira en el siglo XVIII. El fortín de Moraira*. Unpublish. Tesina final de Master. Dirección: G. Guimaraens. Master Oficial en Conservación del Patrimonio Arquitectónico, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.
- Sala, I. (1743): *Tratado de la Defensa de las Plazas que escribió Mr. de Vauban...* Pedro Gómez de Requena, Impresor Mayor, Cádiz.
- Sanz, R. (1749): *Diccionario militar o recolección alfabética de todos los términos propios al Arte de la guerra*. Imprenta de Juan Pi Ferrer, Madrid.
- Soraluce, J. R. (1985): *Castillos y fortificaciones de Galicia la arquitectura militar de los siglos XVI-XVIII*. Fundación Pedro Barrie de la Maza, Conde de Fenosa, A Coruña.
- Tarragó, S. (1998): *El Castell de Sant Ferran de Figueres. Anàlisi del seu estat actual i proposta de restauració*. Gràfiques del Matarranya: Barcelona.
- Tosca, T. V. (1712): *Compendio Matemático. Tomo V. Arquitectura Civil, Montea y Cantería, Arquitectura Militar, Pirotecnia y Artillería*. Vicente Cabrera, Valencia.
- Tosca, T. V. (1727): *Compendio Mathematico*. Imprenta de Antonio Marin, Madrid.
- Van Coehoorn, M. (1685): *Nieuwe Vestingbouw op een natte of lage horisont*. Hendrik Rintjes, Leeuwarden. 1685.
- Vauban, S. (1737-1742): *De l'attaque et la défense des places par M. de Vauban*. Chez Pierre De Hondt, La Haya.
- Vera Botí, A. (2001): *La arquitectura militar del Renacimiento a través de los tratadistas de los siglos XV y XVI*. Unpubl. Tesis Doctoral. E.T.S. Arquitectura de la Universitat Politècnica de Valencia, Valencia.
- Viollet-le-Duc, E. E. (1868): *Dictionnaire Raisoné de l'Architecture Française du XIe au XVIe siècle*. A. Morel editor, Paris.
- Zapatero, J. M. (1963): *Síntesis histórica de la fortificación abaluartada*. Asociación Española de Amigos de los Castillos, Madrid.
- Zaragozá, J. (1675): *Fábrica y uso de varios instrumentos mathematicos*. Antonio Francisco de Zafra, Madrid.