

Comentarios sobre «Los trabajos de Marte o el arte de la guerra» de Allain Manesson Mallet

Luis B. López Vázquez

Aunque la fortificación entendida como trabajos u obras realizados en una zona determinada para mejorar sus posibilidades de defensa, es tan antigua como la guerra misma pues su objeto principal era defender al débil frente al fuerte, se considera a Sebastián Lepestre Vauban, ingeniero francés nacido en 1633 como el gran maestro en el arte de su diseño.

Sin embargo, Vauban fue más un eficaz atacante y defensor de plazas, es decir, un renovador de tácticas pues participó en más de 130 batallas de las que 47 fueron sitios a plazas fortificadas a las que hizo capitular en pocos días por lo que llegó a mariscal de campo, que técnico recopilador del conocimiento sobre fortificaciones, siendo fundamentalmente De Clairac en 1757 quien vulgarizó los principios de la fortificación establecidos por Vauban.

Los siglos XVI y XVII fueron de guerra casi perpetua en toda Europa a la que España no fue ajena. Nápoles, Flandes, etc., fueron guerras marcadas en gran medida por bloqueos y sitios a plazas fortificadas tales como Ravena, Pavía, Leyden, Amberes, etc... Los ingenieros italianos, flamencos, españoles, franceses, etc., con la experiencia adquirida en combate se dedicaban a diseñar nuevos tipos fortificaciones que permitieran una mejor defensa de sus territorios. Un maestro de matemáticas de los pajes del Rey de Francia, ALLAIN MANESSON MALLET, Ingeniero y Sargento Mayor de Artillería, publicó en 1687 un libro en dos tomos «Les travaux de Mars ou

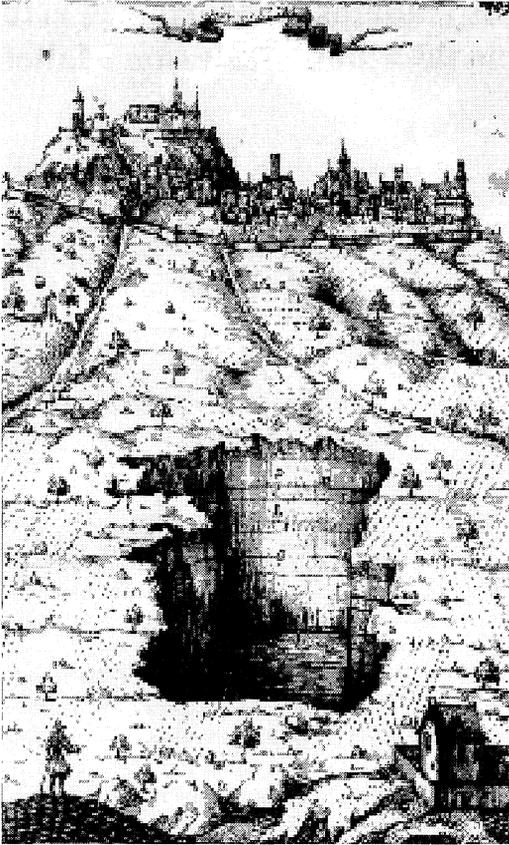
l'Art de la Guerre», en el que en su prefacio indica: «no sólo doy al público los métodos de fortificar de nuestros Sabios Autores, sino también mis diferentes reflexiones sobre las Máximas de cada uno de ellos». Su libro pretende ser pues una recopilación del total conocimiento que se tenía en su época sobre fortificaciones, añadiendo comentarios personales sobre la bondad o utilidad de los diversos diseños propuestos.

Habiendo caído en mis manos este libro, mi intención no es otra que rescatar del olvido a su autor, comentando algunos de los más curiosos aspectos que me he encontrado en su lectura. El orden de mis comentarios es totalmente distinto del que el autor establece en su libro.

NATURALEZA Y NOMBRE DE LAS TIERRAS, LAS ARENAS Y EL MORTERO

Allain Manesson Mallet en el «Libro Cuarto» de su libro, se refiere a la «elevación de las murallas de las Plazas», y en el recoge desde aspectos que hacen referencia a las herramientas a utilizar en la construcción como al transporte de los materiales a utilizar, precauciones a tomar en las cimentaciones, altura de las protecciones o murallas, etc. Por seguir un orden lógico, empezaremos por traducir casi literalmente la descripción que hace de un corte geológico y el nombre y naturaleza de las tierras y arenas que se encuentran.

«Por lo general, cuando uno excava para realizar los cimientos, no se encuentra con roca sino con una



serie de lechos o venas de tierras con diferente naturaleza.

— La primera tierra, marcada A, es la llamada comúnmente por los jardineros *buena tierra* suele tener de 18 a 20 pulgadas de altura aunque a veces llega a dos pies, y es negra.

— La segunda tierra, marcada B, es *la tierra blanca* de 5 a 6 pies de altura según la diversidad del terreno y del país, ya que los países arenosos apenas tienen.

— La tercera tierra, marcada C, es el *guijarro blanco, la grava o toba* y llega hasta dos pies de altura está a veces precedida de algún lecho o contra-lecho de arena D.

— La cuarta tierra, marcada E, se llama *tierra gruesa o marga* de hasta 3 pies de altura. Dentro de esta cuarta especie de tierra se encuentra algún lecho de la tierra marcada F llamada *banco de madera*

(¿pizarra?), de 3 pies de altura aproximadamente. Las aguas perdidas corren por debajo de ella.

— Debajo se encuentran dos lechos de *marga* que en conjunto miden cinco o seis pies y que no son distinguibles uno del otro salvo por un lecho húmedo como se indica en G.

— A continuación vienen los *gruesos guijarros o morrillo*, marcado H, de hasta 8 o 9 pies de altura y debajo del cual hay un lecho de arena de cinco pulgadas de altura y enseguida *la roca* marcada L».

Con relación a las arenas, composición de los morteros y los medios a utilizar para su transporte, el autor hace unas referencias dignas de mención en cuanto a las características de las arenas para fabricación de morteros incluyendo menciones de carácter geográfico relacionadas con nuestro país.

«Hablando de arenas, se distinguen las *arenas macho*, de las *arenas hembra*:

— Las arenas macho tienen un color más fuerte y aunque tengan color blanco, amarillo, negro o rojo, las arenas hembras son más blanquecinas.

— La arena macho es preferible a la hembra para edificar en lugares húmedos o exponer al oleaje.

— La arena hembra no es la mejor para edificar las murallas expuestas al sol del mediodía por ser de una naturaleza excesivamente seca.

La arena situada bajo el campo no es buena para edificar siendo mejor la de los ríos cuyo tamaño está comprendido entre lo grueso y lo menudo haciendo ruido cuando se la maneja. La arena mezclada con tierra no es buena. La buena arena se conoce fácilmente pues cuando se moja no se pega a las manos. La peor arena es aquella que se convierte en fango cuando se introduce en agua.

Trabajando en la construcción de las galerías del Castillo de Fereire situado en el extremo de Extremadura provincia de España, la arena extraída del Tajo se mezcló con cal obtenida de piedra de mármol debiendo destacar que la cal en Portugal hace un mortero más duro porque se extrae reduciendo una piedra más fuerte y más dura que el mármol.

El mortero se hace de diversas maneras pero la más práctica es: cuando la cal está todavía caliente, se cubre con arena poniendo tres carretillas de arena por una de cal, aunque no siempre es necesario mantener estas proporciones si tenemos arena de calidad es posible utilizar seis frente a una de cal obteniéndose un mejor mortero que la arena seca para la que hay que utilizar casi tanta cal como arena. La mejor



agua para hacer mortero es el agua de pozo, de lluvia de río o de fuente. El agua de ciénaga o de mar no es buena manteniendo siempre el mortero húmedo a causa de su acrimonia.

Los muros que se edifican en seco o sin mortero no sirven para sostener cargas considerables como son las fortificaciones de las Plazas que deben sostener baluartes y parapetos a causa de que tarde o temprano, una piedra se desliza y rompe por el gran peso que soporta produciéndose el hundimiento del muro, lo que no pasa si están ligadas por mortero.

Una vez hecho el mortero en el pilón A, el portador llamado a veces *pajarero* carga su *pájaro* B, en el cargador C, o bien, cuando hay mucho mortero que transportar, en el cargador D. No conozco otro sistema mejor para transportar el mortero y no sé por qué los españoles y portugueses no quieren utilizarlo aunque creo que dado que hay que cargarlo sobre los hombros prefieren destinar ese lugar para llevar las armas.

Los ingenieros quieren que las banastas, carretones, carromatos, etc., sean más altas por delante que

por detrás con el fin de cargarlas más hacia delante para que el centro de fuerza y el centro de gravedad coincidan pues en general los animales de cuatro patas tienen las patas delanteras más gruesas y cortas que las traseras pues es con las que soportan todo el peso del animal, de ahí que si se carga más sobre su parte trasera, sus movimientos son más lentos e incluso se acula y cae».

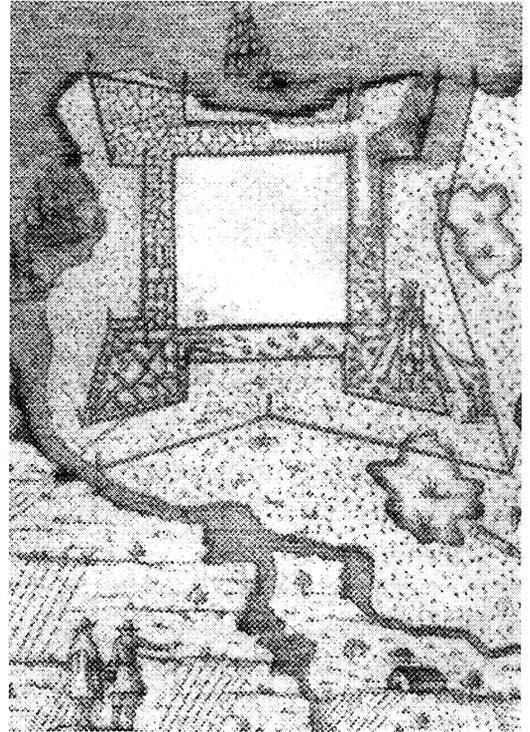
MANERA DE HACER LA CIMENTACIÓN

Considerando que la cimentación es la tarea inicial, Allain Manesson distingue en su libro dos tipos de lugares, los secos y los húmedos para los que es necesario utilizar distintos elementos o maneras distintas de hacer las cosas. Describe así mismo cómo se transporta la tierra dejando testigos, entendiéndose por tales los caminos o pasos que permitan el acceso y salida de los carromatos y carretas que efectúan el transporte de la tierra extraída.

Cimentación y otras obras en lugares secos

«Los cimientos han de buscar tierra firme o roca viva entendiéndose por tal que no hay que hacer cimentación si la roca viva aparece a ras de suelo. Para remover la tierra es necesario saber si la tierra ha sido anteriormente removida o transportada de algún otro lugar pues si ha sido así, antes de profundizar será necesario situar planchas y fuertes maderas en las paredes de la cimentación para evitar que la tierra se desmorone y sepulte a los obreros que allí trabajan. Las estacas marcadas con A se sitúan tanto más cerca unas de otras cuanto más arenosa es la tierra o más recientemente haya sido removida. La tierra fuerte y natural no necesita estacas o muy pocas puesto que debe ser capaz de sostenerse por sí sola. A los carromatos que transporten la tierra extraída hay que proporcionarles un pasaje o varios, para que vayan y vengan con libertad. El camino tendrá dos pies y medio de ancho y serpenteará hasta el fondo de los cimientos. Los puentes que servirán tanto para el transporte de tierras como de otros materiales, deben hacerse en el medio de las cortinas C, cerca de los flancos D, o ante las caras E.

Los testigos son ciertas alturas hechas de igual tierra que la que se transporta, a la que no se toca a fin



de que se sepa cuánta tierra se ha extraído en toesas o pies cúbicos. Los gastadores o trabajadores tienen el cuidado al dejar testigos de elegir la parte alta de la tierra a fin de que la medida de la profundidad sea mayor. Los ingenieros procuran situarlos en alto y en bajo para efectuar la medida correctamente.

El precio del transporte de la tierra depende de la naturaleza del terreno y de lo alejado del lugar a donde se la transporte. Cuanto más se profundiza una cimentación o un foso o cuanto más lejos se lleva la tierra, más hay que pagar pudiendo llegar a dos ochavos si los parapetos son muy elevados o los puentes muy alejados del lugar.

Cimentación en terreno húmedo

No hay casi terreno húmedo que no esté próximo a un río o al mar por lo que no se puede cavar sin encontrar agua. Si se quiere levantar una muralla que es

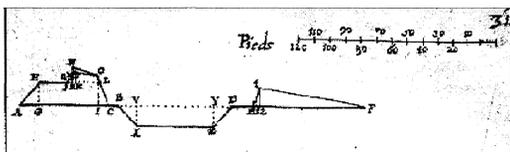
segura, hay que *zampear* los cimientos para que el asiento sea firme. El *zampeado* consiste en introducir pilotes de ciertas maderas, de mayor o menor longitud en función de si la tierra o arena es más o menos compacta, pueden ser de sólo cinco o seis pies, o de diez o doce, pero siempre de una madera lo suficientemente dura como es el roble, que tiene la propiedad de endurecerse en el agua.

El pie de los pilotes B, debe forrarse de hierro a fin de entrar con más facilidad en la tierra. Para clavar los pilotes en la tierra se usa un mazo que cuando se deja caer desde una altura a la que se ha subido a brazo haciendo uso de una polea y tres palos, golpea al pilote y lo introduce en tierra, ejemplo C.

Cuando se ha *zampeado* la cimentación de la muralla, se llena de tierra fuerte o guijarros el espacio entre pilotes para luego con fuertes planchas de roble ligar las cabezas de los pilotes con pernos de hierro. Esta forma se llama *enrejado* y sobre él se comienza a situar las primeras piedras de la muralla debiendo estar cimentadas y ligadas entre sí con eslabones de hierro».

MEDIDA DE LOS BASTIONES, PARAPETOS Y FOSOS

Las medidas propuestas por el autor están en pies, teniendo en cuenta que seis *pies* hacen una *toesa*. Una *toesa* son seis *pies*, y un pie doce *pulgadas*. La *toesa* por *toesa* es una *toesa cuadrada* que tiene treinta y seis *pies cuadrados*, mientras que el *pie cuadrado* tiene ciento cuarenta y cuatro *pulgadas cuadradas*.



«Los soberanos y las comunidades tratan con los ingenieros para fortalecer sus ciudades. Éstos calculan la anchura, altura y espesor de los baluartes y parapetos para saber cuánto hace falta de tierra, piedra y de otros materiales para amurallar toda la plaza y cuánto hay que profundizar y alargar los fosos, y en cuánto tiempo todo esto podrá estar hecho y además cuánto podrá costar, aunque como intervienen tantas personas y cosas, y pasan por tantas manos, es difícil saber el coste a menos que se reúnan todas las cuentas en una cosa que no puede hacerse hasta que la obra esté terminada. La economía para fortificar una plaza consiste en no hacer los baluartes de altura extraordinaria y eso por dos razones: la primera que constituye un gasto excesivo e inútil, y la otra, que los baluartes tan elevados impiden que los que están detrás del parapeto puedan defender el foso y los caminos cubiertos junto a los baluartes y parapetos unido a que están demasiado expuestos a las baterías enemigas».

LOS BASTIONES

En el tercer libro, Allain Manesson trata de bastiones y casamatas, las razones para su construcción y las objeciones para ello, es decir, los pros y los contras de tales edificaciones proponiendo diversos diseños geométricos para los mismos, y las ventajas que estos diseños tienen respecto a las construcciones al uso propuestas por otros autores.

T A B L E.

FIGURE.	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Baſe du Rempart	A.C.	4	6	6	6	8
Taillad extérieur du Rempart.	I.C.	6	7	7	8	9
Taillad intérieur du Rempart	A.G.	12	14	15	16	18
Hauteur du Rempart	G.H.	12	14	15	16	18
Sommaire du Rempart	H.L.	36	39	43	48	57
Baſe du Parapet du Rempart	R.L.	12	14	15	16	20
Taillad extérieur du Parapet	L.T.	2	2	2	2	2
Taillad intérieur du Parapet	R.M.	1	1	1	1	1
Hauteur extérieure du Parapet	T.O.	4	4	4	4	4
Hauteur intérieure du Parapet	M.N.	6	6	6	6	6
Sommaire du Parapet	S.O.	9	11	12	15	17
Largeur de la Banquette	Q.X.	3	3	3	3	3
Hauteur de la Banquette	P.Q.	1	1	1	1	1
Terre plain	H.P.	2	2	2	2	2
Écluse	C.B.	6	6	6	6	6
Largeur du Foffé	B.D.	7	8	8	8	12
Taillad intérieur & extérieur du Foffé	B.V., Y.D.	10	10	10	12	12
Profondeur du Foffé	V.K., Y.Z.	10	10	10	12	12
Largeur du fond du Foffé	K.Z.	12	14	16	18	20
Couloir ou Chemin couvert	D.E.	12	15	15	17	21
Hauteur du Parapet du Chemin couvert	14	6	6	6	6	6
Baſe du Para. au Chemin couvert ou Glacis	I.F.	6	9	9	10	12

La Banquette ſe fait ſur les mêmes meſures que celle du Parapet.

Un bastión corresponde a una obra avanzada o separada de la fortaleza principal, mientras que una casamata, aunque a veces se considera sinónimo de bastión, es un elemento del bastión destinado a batir los fosos con fuegos de flanco.

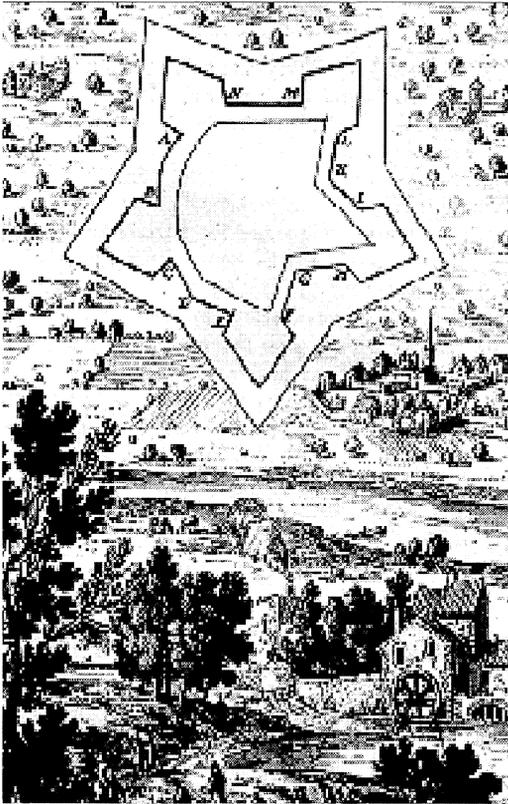
« Los que condenan absolutamente el uso de bastiones dicen que un recinto amurallado se flanquea a sí mismo cuando está dispuesta en ángulos entrantes y salientes como los marcados por BCD, DEF, o FGH, que los ingenieros llaman *dientes*.

— Que la construcción de los bastiones HIK sobre la muralla de una Plaza requiere destruir al menos la mitad de los edificios de la ciudad y arruina a sus habitantes por la demolición de sus casas que es necesaria para situar a los bastiones, y que esto torna a las ciudades en desiertas y sin defensores.

— Que los gastos de construcción de los bastiones acaban con las finanzas del príncipe o con la de las Plazas.

— Las Plazas fortificadas con *dientes* tienen menos perímetro que defender que las que tienen bastiones por lo que necesitan menos guarnición.

— Que la longitud de los lados de los *dientes* permite poner más cantidad de piezas en batería para impedir el progreso de los asaltantes lo que no puede hacerse en los bastiones puesto que sus caras son más pequeñas y sus flancos no cubren el campo.



Como respuesta a estas objeciones hay que decir que los ángulos muertos o entrantes no son vistos ni defendidos por sus lados a causa de la gran altura de las murallas. Que las casas que es necesario destruir no son tan numerosas ni de gran precio puesto que la mayor parte corresponden a chozas que representan más una carga para la ciudad que propias para defender. Que los gastos se reparten en todo el país mientras que se construyen bastiones que las Plazas que sirven de entrada. Que aunque con menos circuito detrás de las murallas, los bastiones permiten precisamente por su gran número de lados que la ciudad esté mejor flanqueada. Que si los *dientes* divisan todo el campo, los asaltantes pueden al mismo tiempo con una sola batería hacer brecha y arruinar ambos lados de los *dientes* y por la poca extensión de sus caras no permiten hacer grandes brechas, y además sus flancos no pueden ser vistos por las baterías del campo pero

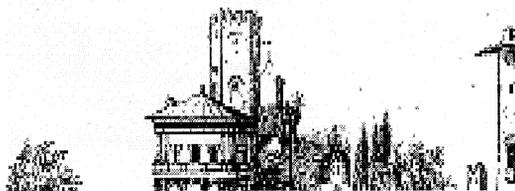
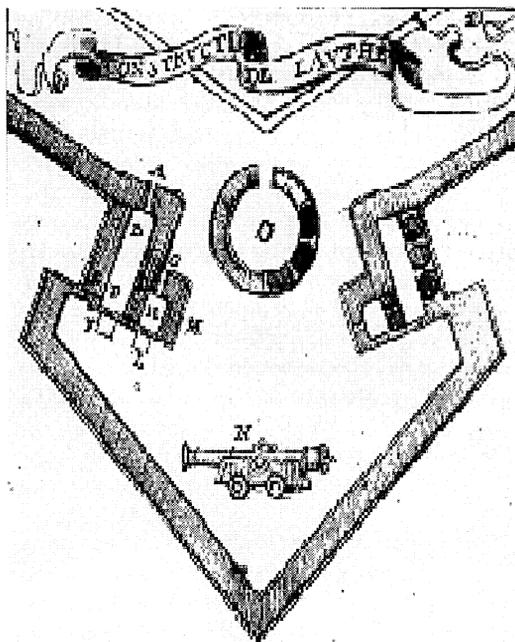
pueden batir a los asaltantes que pretendan utilizar las brechas.

Los flancos de los bastiones no han de ser perpendiculares a las líneas de defensa como propone Errad, ni perpendiculares a las cortinas como propone De Ville o Marollois, ni perpendiculares sobre las líneas de defensa como propone el Conde de Pagan, sino que han de formar ángulos de 98 grados con las cortinas. Los flancos de Errad están excesivamente ocultos y son muy pequeños para casamatas. Los flancos de Marollois y De Ville y algunos otros autores, siguen siendo algo pequeños para las casamatas pero además no suelen resistir mucho el deterioro producido por el paso del tiempo ni la violencia de las contrabaterías de los asaltantes por ser excesivamente agudos. Igualmente desecho los bastiones del Conde de Pagan por estar demasiado expuestos a las baterías de los asaltantes por lo que no pueden conservarse por mucho tiempo. Hablando con el propio Conde de Pagan él mismo me ha reconocido que sus bastiones no pueden contener casamatas porque estarían demasiado expuestas al fuego del enemigo».

La longitud de la cara de los bastiones ha de ser pequeña pues dado que solo puede defenderse desde un solo lado, es la parte más débil de la Plaza».

LA LONGITUD Y FORMA DE LAS CORTINAS

«Todos los ingenieros convienen que no deben construirse las cortinas en redondo AB, ni en ángulo saliente CDE a causa de que unas y otras impiden que los flancos cubran toda su extensión. Algunos dicen que sería más ventajoso hacerlas en ángulo entrante FGH, ó IKL, que rectas como MN. Existe una máxima que dice que una Plaza es tanto más fuerte cuanto mejor está flanqueada, es decir que sus partes son vistas por lados muy grandes lo que conduce a las llamadas *tenazas* que tendrían las cortinas en ángulos entrantes preferentemente que aquellas que están en línea recta. Añaden que así el foso que está delante es más ancho y como consecuencia puede suministrar tierra en abundancia para elevar los parapetos. A estas objeciones hay que responder que aunque la cortina tiene mayor longitud, desde ella no puede defenderse una brecha sobre la cara del bastión pues queda oculta tras el flanco del mismo. La cortina mejor defendida es aquella que puede ser defendida desde los dos flancos del bastión, de ahí que es siempre



preferible un cortina larga con flancos de bastión pequeños mejor que grandes pues si los bastiones están muy próximos su elevación les impide realizar una defensa razonable. Si las cortinas son excesivamente largas convierten en demasiado pequeños los bastiones de sus extremos pues al prolongar la cortina hay que disminuir los bastiones. La justa medida de las cortinas es aquella que hace que el lado de su polígono como tres es a cinco».

LAS CASAMATAS PROPUESTAS POR EL AUTOR

La casamata puede bien derivar de «casa donde se mata», corresponde al elemento de la fortificación destinado a batir los fosos con fuegos de flanco, y su situación corresponde a la parte lateral o flanco del bastión.

A - Corresponde a la escalera para descender del parapeto a la primera casamata llamada *gran casamata*.

B - Es la *primera o gran casamata* vista en parte por los asaltantes cuando se sitúan sobre los taludes o caminos cubiertos opuestos.

C - Es el parapeto de la casamata que sirve para cubrir los cañones y los artilleros de la vista de las contrabaterías de los asaltantes.

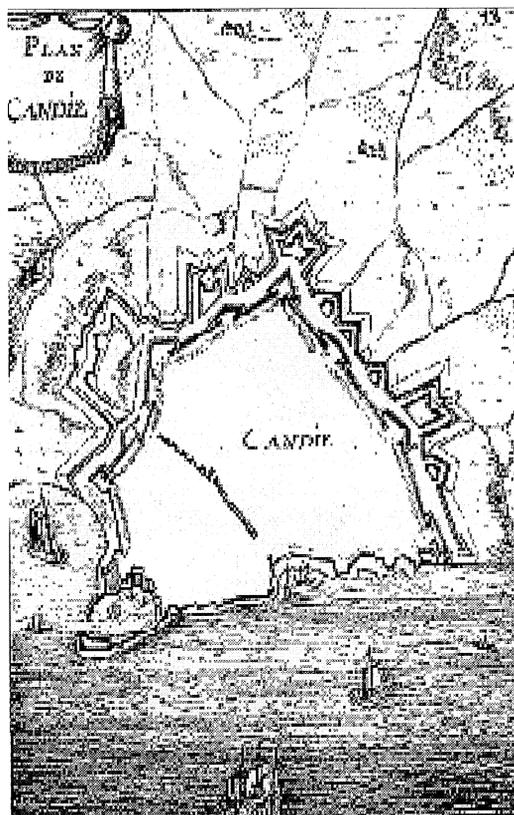
D - Es la parte de la *gran casamata* hundida y enrejada, siempre cubierta por el ángulo de flanqueo del bastión opuesto.

E - Es su parapeto

F - Es el almacén de pólvora, balas y otras municiones de la casamata. Debe estar cubierto y enterrado en la solidez del bastión.

G - Escalera a la *segunda casamata*.

H - Es la *segunda casamata* oculta teniendo más de dos tercios fuera de la visión del enemigo puede



incluso situarse sobre la contraescarpa. I - Es el parapeto de esta casamata.

L - Es su Almacén

M - Es la tercera casamata al nivel del bastión. Puede situarse en ella la artillería tanto para tirar por encima del parapeto como por las cañoneras talladas en el parapeto.

N - Es una pieza montada sobre su cureña.

O - Es un *garitón* o garita para la caballería con su almacén.

«El parapeto de la primera casamata puede tener una *toesa* de altura y de tres a cuatro de espesor con ocho cañoneras para alojar igual número de piezas siempre teniendo en cuenta que los parapetos de las casamatas al estar ocultos a los asaltantes no tienen porque tener una altura y un espesor tan precisos. La primera casamata debe estar seis o siete pies por encima del fondo del foso.

La artillería que está en las casamatas puede cargarse con cartuchos de forma cilíndrica llenos con balas de mosquetes, anillos y eslabones de hierro y otra ferralla menuda con ánimo de incomodar a los asaltantes en las brechas o al paso del foso pues ello sirve maravillosamente para romper cualquier armadura o mantelete. Las cureñas pueden ser como las que llevan los navíos pues su retroceso no obliga a hacer casamatas con mucha profundidad».

Los dos Errards que son los primeros que han enunciado las reglas de la ciencia de las fortificaciones afirman que las dimensiones de las casamatas pueden ser de cinco *toesas* de longitud por cinco de ancho capaces de contener dos piezas de artillería.

Marollois afirma que estimaría mucho las casamatas si pudieran estar ocultas de los asaltantes.

El Conde de Pagan con enorme experiencia en el oficio de la guerra, afirma que las fortificaciones holandesas tienen apenas defendidos sus fosos por la artillería, lo que permite a las baterías de los asaltantes romper los flancos y tomar la Plaza rápidamente, cosa que se evitaría pudiendo alojar una docena de cañones en los propios flancos.

Todo lo mencionado como deseable por otros autores lo reúne el diseño de las casamatas diseñadas por el autor.

El sitio de Candie es el mejor ejemplo de sitio que la historia ha descrito. Su fortificación del lado de tierra firme consistía en bastiones y casamatas, que resistieron durante 16 años los ataques de los turcos a pesar de que los asaltantes hicieron asombrosas bre-

chas en las caras de los bastiones, las casamatas han impedido que se aprovecharan de ellas impidiendo que se alojaran allí y expulsándolos posteriormente. Sobre todo en los últimos años del sitio, los bastiones de Bethleem y de Panigra han estado tan bien defendidos por el fuego de las casamatas que los asaltantes tuvieron que abandonarlos volviendo sus esfuerzos al semibastión de San Andrés y hacia Sabionera a causa de que ni uno ni otro tenían casamatas para flanquearlas. En el extraordinario de la Gaceta del 26 de Septiembre de 1670 en su página 919, se destaca que el Gran Virir antes de embarcarse para Constantino- pla a pesar de haber detectado el defecto de que San Andrés solo estaba enfilado por la casamata B de Panigra, para poder atacarlo tuvo que construir una obra que se adentraba algunos pasos en el mar lo que indica que habría sido necesario el flanqueo de ese lado.

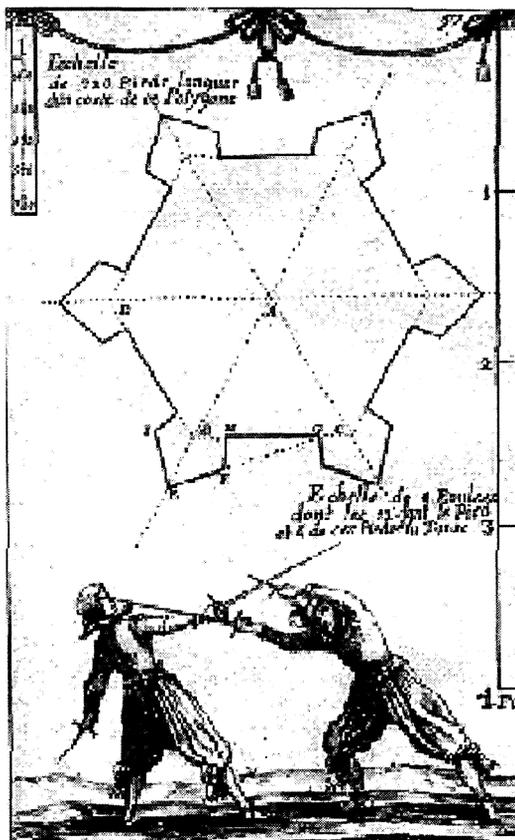
La construcción de las casamatas está pues plenamente justificada si además cumplen el que no puedan ser vistas desde las contrabaterías de los asaltantes ni de las baterías que pueden enterrar o situar en los caminos cubiertos entendiéndose por tales los caminos desenfilados, en general, los caminos junto al foso o a lo largo del mismo para facilitar su defensa.

LOS SEGUNDOS FLANCOS Y ATRINCHERAMIENTOS EN LOS BASTIONES

Los Ingenieros más antiguos son partidarios de segundos flancos puesto que ello permite aportar más fuego para la defensa de las brechas y de las caras de los bastiones. Por el contrario los más modernos los rechazan pues eliminan las ventajas que producen los grandes flancos para incomodar a los asaltantes en el paso del foso y en el alojamiento en las brechas.

Los segundos flancos impiden la construcción de casamatas para situar cañones, debiendo éstos situarse sólo en la explanada que sigue al segundo flanco por lo que desde allí es difícil cubrir las caras del bastión opuesto.

Los atrincheramientos no dan mejores ventajas puesto que además no sirven nada más que para disputar el paso del foso pero no para tapan un brecha. Los únicos atrincheramientos válidos son los que se hacen sobre los propios bastiones para defender las brechas e impedir el avance de los asaltantes A, o aquellos que en ángulo entrante o saliente D, se pueden realizar en-



tre las casamatas, e incluso si es necesario ceder terreno a los asaltantes puede el atrincheramiento sobre la gola E, donde el garitón de la caballería puede dificultar en gran medida el avance de los asaltantes puesto que la caballería por su altura y disposición cubren y aterrorizan la cabeza de las brechas.

CÁLCULO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS PLAZAS

«Para el cálculo de la longitud de las líneas y de los ángulos de las figuras se parte siempre de tres supuestos :

- El ángulo de flanco FHG de cualquier figura regular es de 98 grados.
- La proporción del lado del polígono interior con la semigola es de cinco a uno BH/BC.
- Es conveniente servirse para el cálculo de los ángulos y de las líneas de los logaritmos o senos naturales.

Ángulo central BAC: $360/6 = 60$

Ángulo del polígono DBC: $180-60 = 120$

Ángulo principal y de la semigola EBG: 120

Para conocer el semiángulo del flanco BEG, es necesario servirse de la trigonometría...»

El autor dedica seis páginas al cálculo de las líneas y ángulos necesarios para el diseño de una fortificación hexagonal, e incluso alguna pentagonal y heptagonal. Así mismo, aporta ejemplos de fortificaciones realizadas por otros autores como por ejemplo la de Madrid diseñada por Manoel Alvar que corresponde a una fortificación llamada por el autor *reforzada* basada en las ideas del Capitán italiano De Marchi consistente en subdividir la cortina en tres partes iguales con la del centro situada hacia el interior y que el autor analiza en profundidad indicando ventajas e inconvenientes de la misma.

BIBLIOGRAFÍA

- Manesson Mallet, Allain: *Les Travaux de Mars ou L'Art de la Guerre*. Chez Denys Thierry á la Ville de Paris 1684. Officier Général au Service de Sa Majesté le Roi de Prusse: *Principes de L'Art Militaire extraits des Meilleurs Ouvrages des Anciens*. Chez Haude & Spener a Berlin 1763.
- Barbasán Lagueruela, Casto: *Las primeras campañas del Renacimiento*. Imprenta y Librería de J. Peláez en Toledo 1890.
- De la Llave y García, Joaquín: Fortificación de Campaña. Redacción y Administración de la Revista Científico-Militar en Barcelona 1898.
- Fajardo G. de Travededo, Santiago y Fajardo López-Cuervo, Íñigo: *Tratado de Castellología*. Trigo en Madrid 1996.