



Ornella Zerlenga

Professore Straordinario di *Disegno e Graphic creations* presso la Facoltà di Architettura della Seconda Università degli Studi di Napoli. È Presidente del Corso di Studio aggregato in *Design e Comunicazione / Design per la Moda*.



Alessandra Cirafici

Professore Associato di *Disegno e Drawing and Multimedia graphic* presso la Facoltà di Architettura della Seconda Università degli Studi di Napoli.

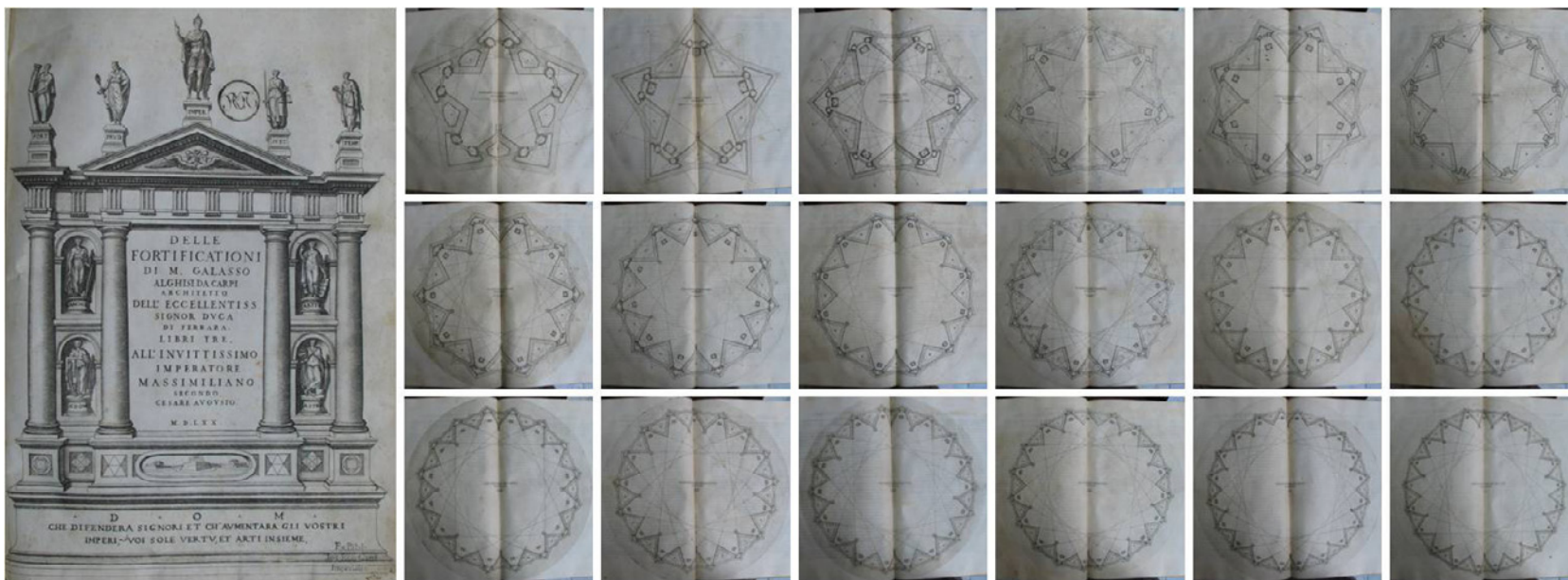
Geometria – Costruzione – Architettura nel trattato *Delle Fortificazioni* di Galasso Alghisi *Geometry – Construction – Architecture in the treatise Delle Fortificazioni by Galasso Alghisi*

Questo articolo presenta un'applicazione della geometria in architettura. Esso mira a indagare la ragione geometrica sottostante la configurazione progettuale del modello di fortificazione rinascimentale proposto da Galasso Alghisi nel trattato *Delle Fortificazioni* (Venezia, 1570). Lo studio si concentra sull'analisi geometrica della dinamica generativa della forma, qui illustrata attraverso dettagliate incisioni. In particolare, verranno esaminati i seguenti aspetti: il metodo di configurazione geometrica del tipo di fortificazione proposto da Alghisi, insieme con l'identificazione delle connesse matrici formali; il funzionamento dell'Istromento descritto da Alghisi e consigliato al fine di porre in proporzione i siti per la costruzione e trasformare i disegni delle fortezze in strutture seguendo le proporzioni.

*This article presents an application of geometry in architecture. It aims to investigate the geometric pattern underlying the conceptual design of the model of Renaissance fortification proposed by Galasso Alghisi in the treatise *Delle Fortificazioni* (Venice 1570). The study focuses on the geometrical analysis of the generative dynamic of the tested form which is illustrated here by means of detailed engravings. More specifically, the following aspects will be examined: the method of the geometric-configurative of the fortification type proposed by Alghisi, together with the identification of the related formal matrices; the functioning of the Istromento (instrument) described by Alghisi and advised in order to proportion the sites to be built upon and transform the drawings of the fortresses into structures following the proportions.*

Parole chiave: architettura fortificata, configurazione geometrica

Keywords: fortified architecture, geometric configurative



1. Frontespizio del trattato Delle Fortificazioni di Galasso Alghisi e disegni planimetrici delle diciotto fortezze bastionate proposte con evidenziata la struttura geometrica sottesa alla forma.

DAL DISEGNO IN CARTA (O. Zerlenga)

Galasso Alghisi, architetto e ingegnere civile, militare e idraulico, nacque a Carpi nel 1523 e morì a Ferrara nel 1573. Fu a servizio di Alfonso II d’Este a Ferrara e lavorò a Roma al piano delle fortificazioni con gli ingegneri militari Girolamo Maggi e Iacomo Castriotto, a Palazzo Farnese con Antonio da Sangallo il Giovane e alle mura urbane al tempo di Papa Paolo III. Nel 1570 Alghisi pubblicò a Venezia un trattato in tre libri dal titolo *Delle Fortificazioni* (fig. 1), nel quale descrisse un sistema tanagliato completo, che precorse quelli di Landsberg (XVII secolo) e Montalembert (XVIII secolo). Già nella *Prefazione*, la trattazione dell’Alghisi sottende una chiara posizione ideologica: in virtù della sua formazione, costituita da arte e ingegno, il buon fortificatore altri non è che l’Architetto¹. Questa opinione rinvia a un contesto storico che fonda su un fenomeno tardo-cinquecentesco di riorganizzazione della società nelle sue struttu-

re politiche, burocratiche e produttive, che incide profondamente sull’approccio teorico e scientifico del momento e che, rinnovandosi per metodo e finalità, volge la validità teorica dei suoi criteri d’indagine sullo sperimentalismo pratico-operativo e sulla possibilità che sistemi di pensiero come la matematica e la geometria possano costituire un rigoroso metodo d’indagine del reale per operare con fini precisi e soddisfare esigenze sociali concrete e immediate. Su questi presupposti, l’architettura militare tardo-cinquecentesca codifica una propria teoria fondata sull’oggettività e dimostrabilità dei suoi termini attraverso un procedimento logico d’ordine geometrico e che si esprime in una produzione letteraria apposita, la trattatistica militare, che si afferma come opera descrittiva tesa alla sistematizzazione teorico-pratica di specifici campi del sapere e capace di sviluppare con metodo e ordine un argomento. La neonata disciplina formulerà una *Scienza del*

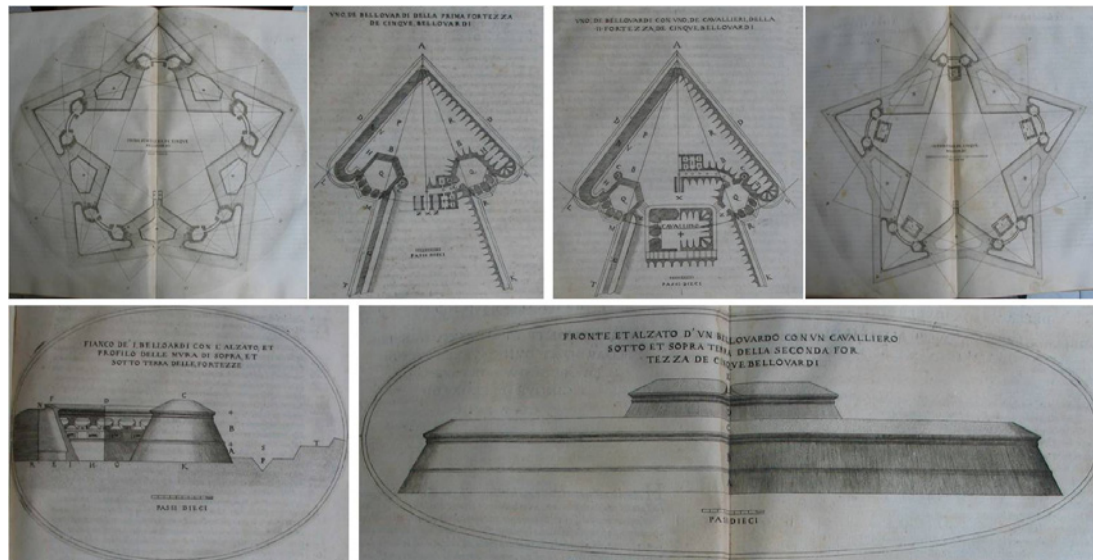
Fortificare secondo cui il progetto della perfetta difesa sarà fondato sulla necessaria convergenza fra scienza (procedimento logico-deduttivo d’ordine geometrico) e tecnica (esperienza diretta dei fenomeni e verifica dell’efficienza) e sarà verificato *in carta* attraverso adeguati codici di rappresentazione grafica prima dello scontro decisivo sui campi di battaglia².

In tal senso, nel *Libro Primo* del suo trattato Alghisi illustra i difetti delle fortificazioni sino ad allora costruite, elencandone le imperfezioni relative alle forme planimetriche non circolari, agli elementi che costituiscono la fortezza (cortina, piattaforma, cavaliere) e alla tipologia (a stella, a denti). Nello specifico, nel *Capitolo secondo*, sulla base della conoscenza matematica e geometrica egli promuove la forma più perfetta come quella che si avvicina alla forma circolare in quanto essa, a parità di perimetro, sviluppa una maggiore quantità di superficie³. Per realizzare una perfetta

fortezza, prima della scelta del sito e della corretta costruzione di mura e terrapieni, Alghisi ritiene che il ricorso alla conoscenza geometrica sia determinante per realizzare una fortezza capace di resistere ai colpi dell'artiglieria nemica e nel *Capitolo nono* presenta come migliore forma difensiva una nuova figura stellata, la cui invenzione afferma di aver dimostrato anni addietro ai colleghi ingegneri Girolamo Maggi e Iacomo Castriotto⁴, dei quali nei *Capitoli decimo* e *undicesimo* dimostra gli errori da loro commessi fra cui aver proposto progetti di fortezze con baluardi dagli angoli acuti laddove egli aveva già dimostrato che tanto più gli angoli dei baluardi sono ottusi, tanto più essi resistono ai colpi dell'artiglieria nemica. Conclude la trattazione del *Libro Primo* illustrando le caratteristiche generali del sistema bastionato proposto che presenta una cortina spezzata fra due baluardi, una piazzaforte nel fianco del baluardo e un cavaliere (ad eccezione della più piccola), e che si compone di diciotto fortezze distinte in *piccole* (diametro da trecento a cinquecento passi), *medie* (da cinquecento a mille passi) e *grandi* (da mille a duemila passi) (fig. 1).

Nel *Libro Secondo* Alghisi descrive il progetto delle diciotto fortezze ricorrendo al disegno e alla geometria, specificando – già nel titolo del suddetto *Libro* – che questa metodologia non è stata mai concepita da nessun altro⁵. Nel *Proemio* egli afferma che prima di costruire la fortezza *in terra* essa deve essere disegnata *in carta* con ragione geometrica per poterne definire ogni proporzione fra le parti e l'intero. Il disegno, infatti, consente di tracciare la fortezza secondo un rapporto di scala minore e simularne le misure fra le parti riducendo l'incidenza dell'errore⁶. Secondo Alghisi, il disegno dopo l'aritmetica e la geometria è la parte più importante dell'architettura poiché tutte le fabbriche altro non sono che «disegno con Architettura, Arithmetica, Geometria et Prospettiva composte⁷».

Nel *Capitolo primo* del *Libro Secondo*, Alghisi descrive *la regola* (costruzione geometrica) secondo cui le diciotto fortezze sono delineate: una *regola* che, ammettendo un criterio logico comune, è diversa per ogni fortezza in virtù del numero crescente di baluardi e delle diverse proporzio-



2. In ordine: profilo planimetrico della prima fortezza di cinque baluardi, del baluardo della prima e della seconda fortezza, della seconda fortezza di cinque baluardi; profilo altimetrico del fianco e baluardo della prima fortezza di cinque baluardi; profilo altimetrico del baluardo e cavaliere della seconda fortezza di cinque baluardi.

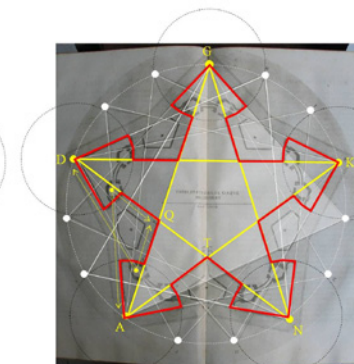
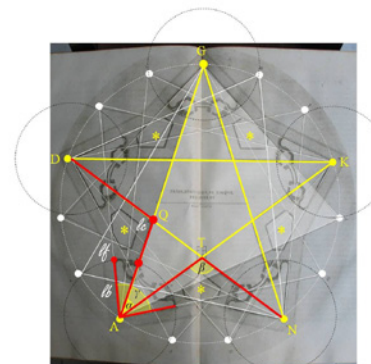
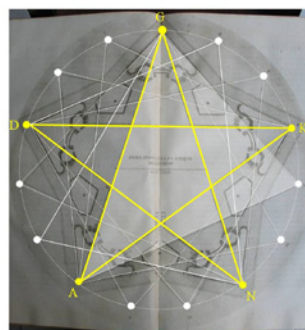
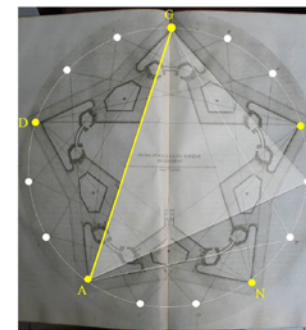
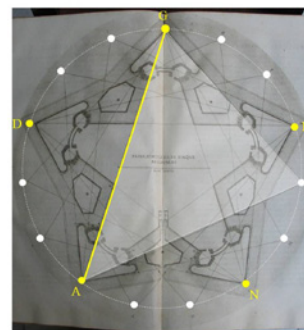
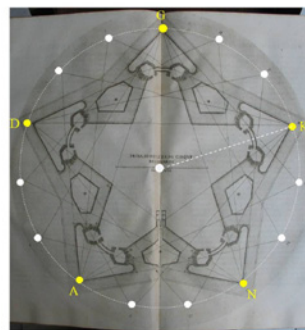
ni metriche che devono essere garantite per la perfetta funzionalità difensiva⁸. Alghisi avverte che userà due diverse scale di rappresentazione: una, per illustrare le costruzioni geometriche per disegnare l'intera fortezza; l'altra, per descrivere in dettaglio proporzioni e particolarità del baluardo e cavaliere di ogni fortezza. Nel *Capitolo secondo* del *Libro Secondo*, egli elenca le figure geometriche elementari utili al disegno delle fortezze (circonferenza, triangolo, quadrato, ecc., richiamandone le proprietà) e riprende una regola generale per la progettazione del suo sistema bastionato ovvero sia che per la migliore difesa dai colpi dell'artiglieria nemica l'angolo del baluardo deve essere ottuso mentre quello formato dalle cortine deve essere acuto: più queste condizioni saranno rispettate, più la fortezza sarà *perfetta*. Inoltre, definisce l'unità di misura della scala di rappresentazione a cui rapporta il disegno delle diciotto fortezze: il *passo geometrico* (pari a 5 *pie-di*), riferendo le planimetrie delle fortezze a una

scala di cento passi e i disegni di baluardi, cavalieri e fronti dei baluardi a una scala di dieci passi⁹. A partire dal *Capitolo terzo* del *Libro Secondo*, Alghisi illustra in diciotto capitoli la costruzione geometrica di ognuna delle diciotto fortezze bastionate, utilizzando uno schema logico comune che associa a ogni fortezza il disegno d'insieme del profilo planimetrico e quello di dettaglio della pianta del baluardo e del cavaliere (fig. 2). Inoltre, ogni capitolo si compone di più paragrafi che informano sulla costruzione geometrica del profilo planimetrico bastionato, sulle proporzioni geometriche che ne caratterizzano le parti, sulla costruzione geometrica di tre angoli caratteristici, sulle misure della fortezza e del baluardo; nel *Capitolo terzo* e *quarto* compaiono due disegni dedicati ai profili altimetrici dei baluardi (fig. 2). Le fortezze progettate vanno da un minimo di cinque a un massimo di ventuno baluardi per una dimensione del diametro rispettivamente da trecento a duemila passi. Le prime due fortezze han-

no entrambe cinque baluardi e si distinguono per l'assenza del cavaliere (la prima) e per dimensione (la seconda ha un diametro maggiore di cento passi) (fig. 5); le restanti fortezze sono dotate di cavaliere e presentano un diametro crescente di passi cento (figg. 1, 2).

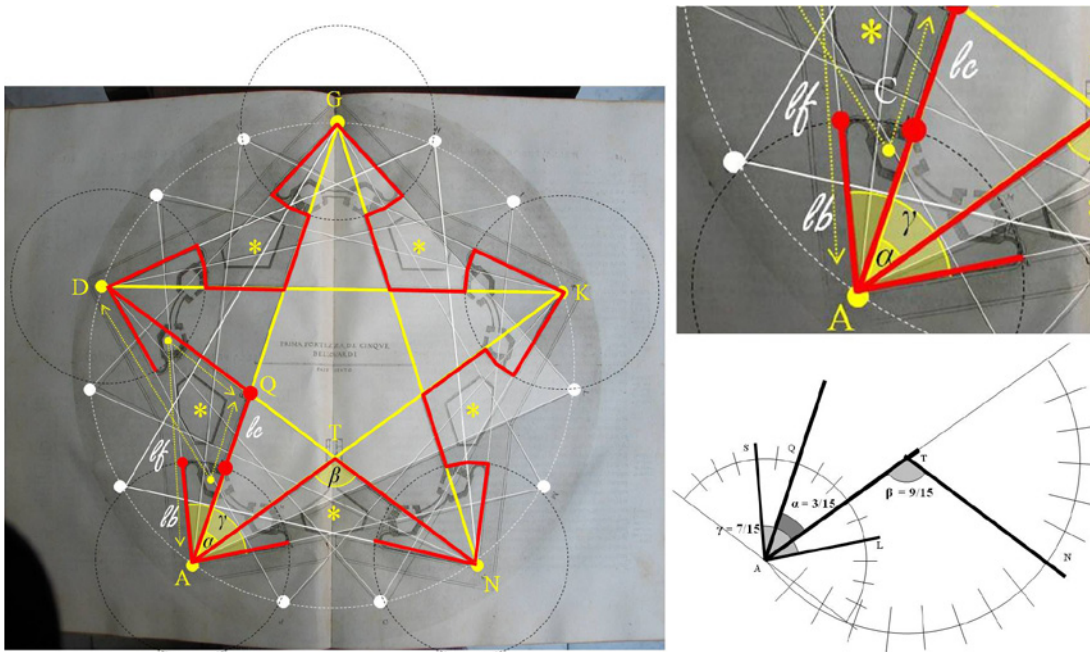
Nel *Capitolo terzo* Alghisi descrive in dettaglio la prima della due fortezze da cinque baluardi e la logica geometrica sottesa alla progettazione del suo innovativo sistema bastionato, che costituirà la base costruttiva per tutte le altre. Nello specifico, l'elemento comune alla costruzione geometrica di ognuna delle diciotto fortezze è la forma stellata regolare, i cui lati generano le facce delle cortine (definite da due angoli: uno, acuto ed esterno, α ; l'altro, ottuso ed interno, β) e le cui punte individuano la posizione dei baluardi (definiti dall'angolo del baluardo, γ , dalle facce e dai fianchi di quest'ultimo). Per ognuna delle diciotto fortezze, tramite il ricorso a figure geometriche elementari (triangoli, quadrati, esagoni, ecc.) e alla intersezione dei lati, Alghisi determina la lunghezza lc e gli angoli α e β delle cortine, così come l'angolo γ e la lunghezza delle facce lb e la larghezza dei fianchi lf del baluardo. Essendo il sistema bastionato generato da un impianto geometrico caratterizzato da una simmetria rotatoria, definito il modulo costituito da baluardo e rispettive cortine, la fortezza prenderà forma nel rispetto dell'ordine dell'impianto stellato regolare (numero dei baluardi).

Per la prima fortezza descritta di cinque baluardi (fig. 3), assegnato un diametro di trecento passi Alghisi divide la circonferenza in quindici parti uguali e traccia all'interno dieci triangoli scaleni, i quali a due a due hanno in comune la base e i vertici opposti nelle partiture della circonferenza non interessate dai cinque baluardi. Le basi dei triangoli scaleni determinano le direzioni delle cortine mentre dalla loro intersezione si ricavano l'ampiezza degli angoli interni ed esterni delle stesse α e β nonché il vertice dell'angolo interno A . Nel rispetto dell'impianto simmetrico, i lati minori di due diversi triangoli scaleni presi a due a due opposti originano la direzione delle facce dei baluardi e la misura dell'angolo γ , mentre l'intersezione fra lato minore e lato maggiore di due



distinti triangoli scaleni (le cui basi condividono un estremo) determina la posizione del fianco dei baluardi nonché la larghezza del fianco lf e le lunghezze della cortina e della faccia del baluardo. La costruzione geometrica della misura della larghezza del fianco lf e della lunghezza della cortina lc e della faccia del baluardo lb viene illustrata da Alghisi in un paragrafo successivo, al quale associa per maggior chiarezza il già menzionato disegno planimetrico del baluardo. Essa consiste nel riportare la misura del segmento d'intersezione staccato sul lato maggiore del triangolo scaleno AC sulle direzioni della cortina e della faccia del baluardo tramite un arco di circonferenza avente centro nel vertice del baluardo A e raggio pari al suddetto segmento AC : i punti d'intersezione determinano i valori delle misure suddette (fig. 4).

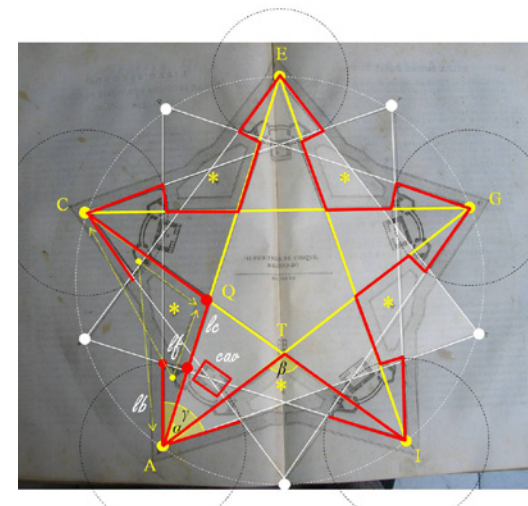
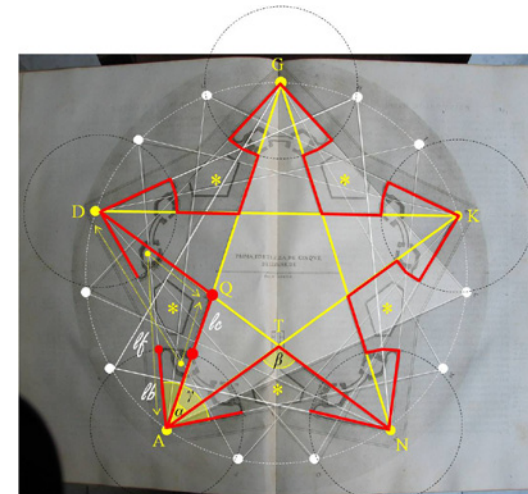
3. Restituzione grafica dell'analisi relativa alla configurazione geometrica del profilo planimetrico della prima fortezza di cinque baluardi. In ordine: circonferenza e sua suddivisione in parti uguali; determinazione del triangolo scaleno generatore; caratteristiche geometriche del triangolo scaleno; determinazione geometrica delle direzioni e dell'ampiezza degli angoli acuti (α) e ottusi (β) delle cortine e degli angoli dei baluardi; determinazione delle lunghezze delle facce delle cortine (lc), dei baluardi (lb) e dei fianchi (lf); determinazione della forma compiuta e verifica funzionale dei tiri dell'artiglieria dalle cannoniere situate nei fianchi dei baluardi (disegni di O. Zerlenga).



4. Sintesi grafica dell'analisi relativa alla configurazione geometrica del profilo planimetrico della prima fortezza di cinque baluardi. Rappresentazione grafica della costruzione geometrica per la determinazione dell'ampiezza degli angoli acuti (α) e ottusi (β) delle cortine e degli angoli (γ) dei baluardi tratta dalla descrizione testuale di Galasso Alghisi. Particolare della costruzione geometrica per la determinazione della lunghezza della faccia del baluardo (lb , AC) (disegni di O. Zerlenga).

Dal punto di vista difensivo, il fianco del baluardo si compone di orecchione e cannoniera nella quale sono disposti quattro pezzi di artiglieria la cui proporzionale gittata difende baluardo e cortina tramite il tiro incrociato. Nell'angolo interno delle cortine, ritenuto da Alghisi quale luogo più forte e sicuro, è disposto l'ingresso alla fortezza **T** (fig. 4). La costruzione geometrica (qui specifica per determinare le misure della prima fortezza di cinque baluardi) costituisce il criterio logico posto a base della progettazione delle altre diciassette fortezze, delle quali Alghisi nei *Capitoli* a seguire descrive la costruzione geometrica e illustra le proporzioni di ognuna di esse. Tuttavia, ritenendo che questa trattazione possa essere elusa da chi non è erudito in matematica, rinvia la messa in opera delle fortezze all'uso dell'*Istromento* da lui progettato

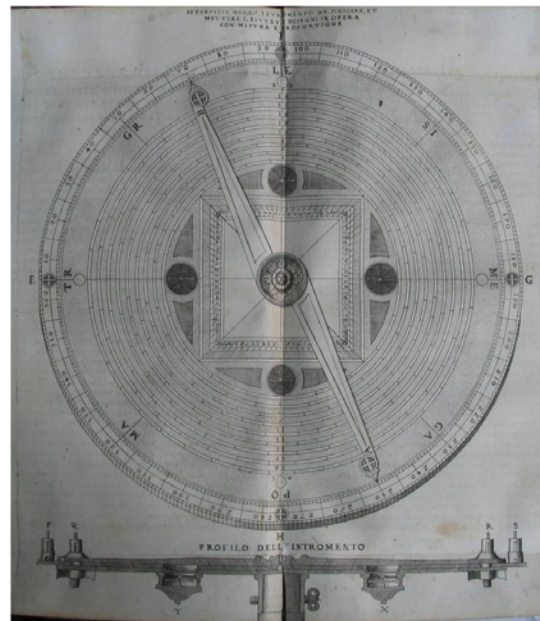
(fig. 6). Ricorrendo alle sole proposizioni euclidee, egli dimostra l'uguaglianza delle lunghezze delle cortine, delle facce dei baluardi e dei fianchi, così come dimostra l'uguaglianza di tutti gli angoli appartenenti ai tre gruppi caratteristici delle costruzioni geometriche delle diciotto fortezze: gli angoli esterni delle cortine α ; gli angoli interni delle cortine β ; gli angoli dei baluardi γ . La determinazione di queste misure serve anche a ben proporzionare e ridurre la varietà dell'artiglieria da fuoco (cannoni e colubrine semplici e doppie adeguatamente disposti per gittata di tiro nei fianchi delle cortine, baluardi e cavalieri) e a ben disporre le divisioni di soldati in compartimenti che si sposteranno da un punto all'altro della fortezza senza modificare il numero degli stessi e senza generare confusione e disordine¹⁰.



5. Sintesi grafica dell'analisi relativa alla configurazione geometrica del profilo planimetrico della prima e seconda fortezza di cinque baluardi secondo il metodo introdotto da Galasso Alghisi con la presenza del cavaliero nella seconda fortezza di cinque baluardi (disegni di O. Zerlenga).

Nel *Capitolo quinto* del *Libro Secondo*, Alghisi riprende la trattazione della messa in opera delle fortezze progettate. Anche in questo caso la descrizione formulata per la prima fortezza a cinque baluardi serve da metodo per le restanti. Gli angoli caratteristici a cui Alghisi fa riferimento sono quelli interno ed esterno delle cortine e quello del baluardo. Riferendo la costruzione geometrica alla suddivisione in parti uguali di una semicirconferenza e rifacendosi alle proporzioni descritte precedentemente nel *Capitolo quarto*, egli descrive la costruzione geometrica atta a tracciare i tre angoli suddetti (fig. 4). Assegnata una semicirconferenza di centro **A**, Alghisi segna l'angolo **QAT** (angolo esterno della cortina) pari a $3/15$ della semicirconferenza e l'angolo **SAL** (angolo del baluardo) pari a $7/15$ della stessa; con centro in **T** e raggio **TA** traccia un'altra semicirconferenza rispetto alla quale l'angolo **ATN** (angolo interno della cortina) è pari a $9/15$ della semicirconferenza. Questi rapporti saranno fondamentali per tracciare in terra le diciotto fortezze attraverso lo strumento da lui inventato, il quale ha forma circolare e lungo il suo diametro si compone di diciotto semicirconferenze, ognuna delle quali è contraddistinta da un numero che indica quello dei baluardi ed è suddivisa in un numero di parti uguali pari a quello della divisione in parti uguali della circonferenza che inscrive la fortezza (fig. 6). Nel caso della fortezza a cinque baluardi, la circonferenza che inscrive la fortezza è divisa in quindici parti: pertanto, la semicirconferenza per determinare i tre angoli caratteristici è contrassegnata dal numero cinque e suddivisa in quindici parti uguali. Questa regola, diversificata nei rapporti proporzionali, è analoga per le diciotto fortezze progettate.

La trattazione delle peculiarità geometriche e funzionali della prima fortezza di cinque baluardi si conclude con i *Capitoli sesto, settimo e ottavo*. Nel sesto Alghisi informa su come derivare dal disegno in scala alcune misure metriche degli elementi della difesa e porle in rapporto con la corrispondente gittata delle artiglierie da fuoco. Nel *settimo* illustra le misure di un baluardo e riferendosi a un disegno in scala dettagliata e utilizzando l'asse di simmetria longitudinale del

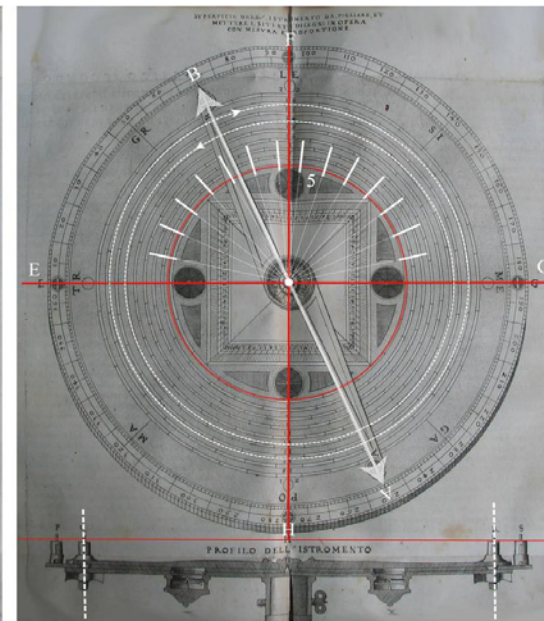


6. Incisione della Superficie dell'Istromento da pigliare et da mettere i siti et i disegni in opera con misura e proporzione progettato da Galasso Alghisi e determinazione dei valori per la costruzione in opera della prima fortezza di cinque baluardi (disegno di A. Cirafici).

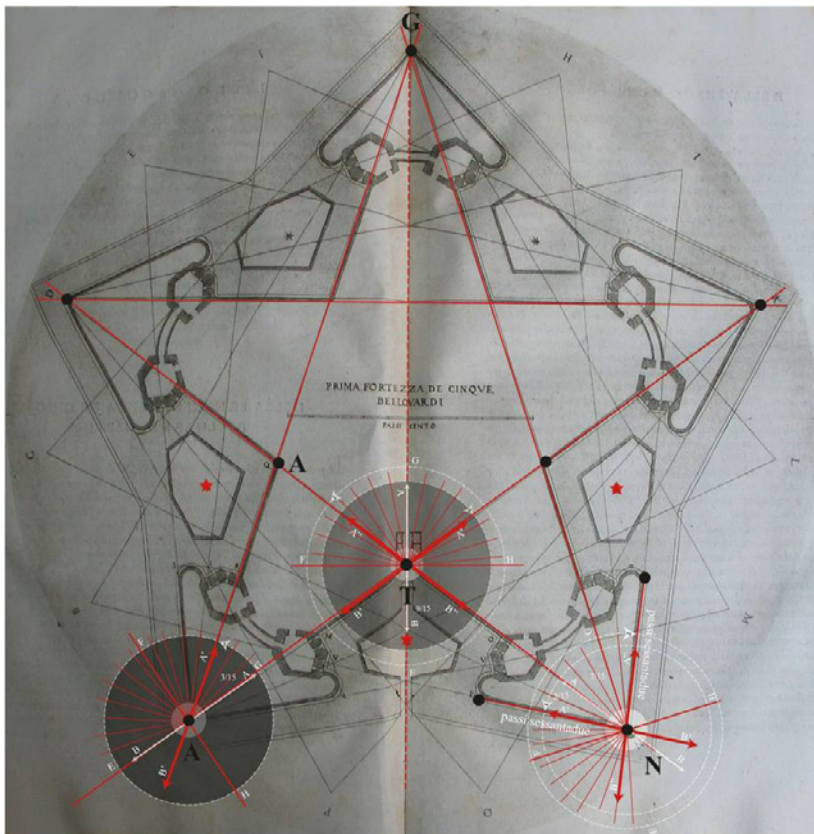
baluardo stesso raffigura, a sinistra, la parte superiore coperta dal terrapieno e, a destra, la parte interessata dai contrafforti (fig. 2). Nell'ultimo *Capitolo* descrive le caratteristiche del profilo altimetrico (avvertendo che esse valgono per tutte le fortezze) e pubblica un disegno in scala di dettaglio dell'alzato del fianco del baluardo (fig. 2).

AL DISEGNO IN TERRA (A. Cirafici)

Nel capitolo precedente si è più volte sottoline-



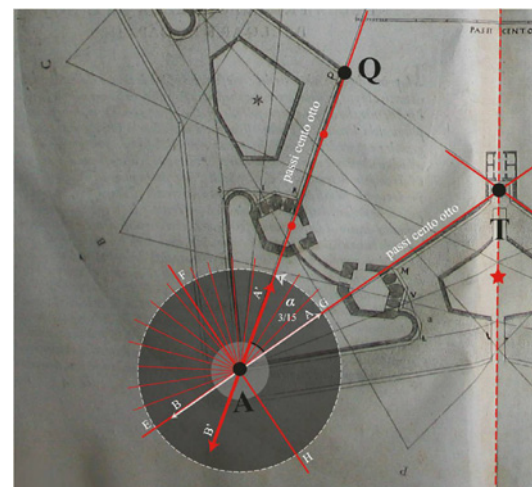
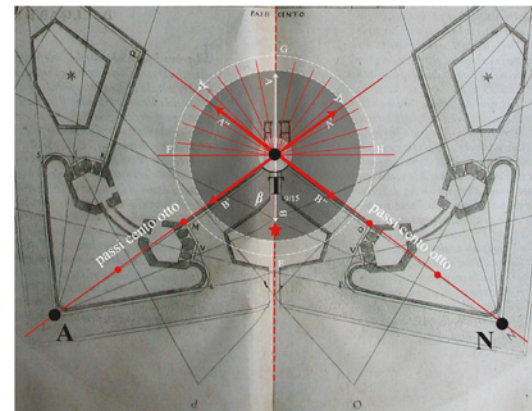
ato come il perfetto controllo geometrico della forma sia alla base di quel corretto proporzionamento tra le parti che è il fondamento stesso del progetto di architettura bastionata. È il rigore del pensiero geometrico che consente ad Alghisi di elaborare il complesso procedimento di tracciamento *in carta* che si è appena descritto e che sostiene il disegno delle sue diciotto fortezze. Più volte, tuttavia durante la trattazione l'Alghisi si sofferma a rassicurare il lettore circa il fatto che



7. Rappresentazione di sintesi delle fasi di messa in opera dell'Istromento per disegnare in terra con misura e proporzione la prima fortezza di cinque baluardi essendo noti dal disegno in carta l'ampiezza degli angoli acuti (α) e ottusi (β) delle cortine e degli angoli (γ) dei baluardi (disegno di A. Cirafici).

8. Particolare della prima fase di messa in opera dell'Istromento per disegnare in terra con misura e proporzione il profilo planimetrico stellato della prima fortezza di cinque baluardi essendo noto dal disegno in carta l'ampiezza degli angoli ottusi (β) delle cortine e determinazione della lunghezza delle cortine (disegno di A. Cirafici).

9. Particolare della seconda fase di messa in opera dell'Istromento per disegnare in terra con misura e proporzione il profilo planimetrico stellato della prima fortezza di cinque baluardi essendo noto dal disegno in carta l'ampiezza degli angoli acuti (α) delle cortine (disegno di A. Cirafici).



la complessità della costruzione geometrica non deve intimorire, in quanto sia il disegno *in carta* quanto il successivo passaggio dal disegno *in carta* a quello *in terra* sarà effettuato grazie all'utilizzo di uno strumento, da lui stesso progettato con ragione geometrica, che consentirà di tracciare proporzionalmente e con immediatezza tutte le fortezze contenute nel trattato a partire soltanto alcune misure angolari e metriche Alla descrizione di questo *Istromento* con il quale è possibile

pagliare et meter i siti in proportione e cioè procedere agevolmente al disegno dei siti e delle fortezze, sono interamente dedicati i *Capitoli X, XI e XII del Libro Secondo*¹¹. L'utilizzo dello *Istromento* è certamente argomento che sta a cuore all'Alghisi e probabilmente è in esso che il Nostro intravede l'elemento di maggior novità del suo metodo rispetto alle precedenti procedure di progetto di architetture bastionate, perché, come lui stesso sottolinea,

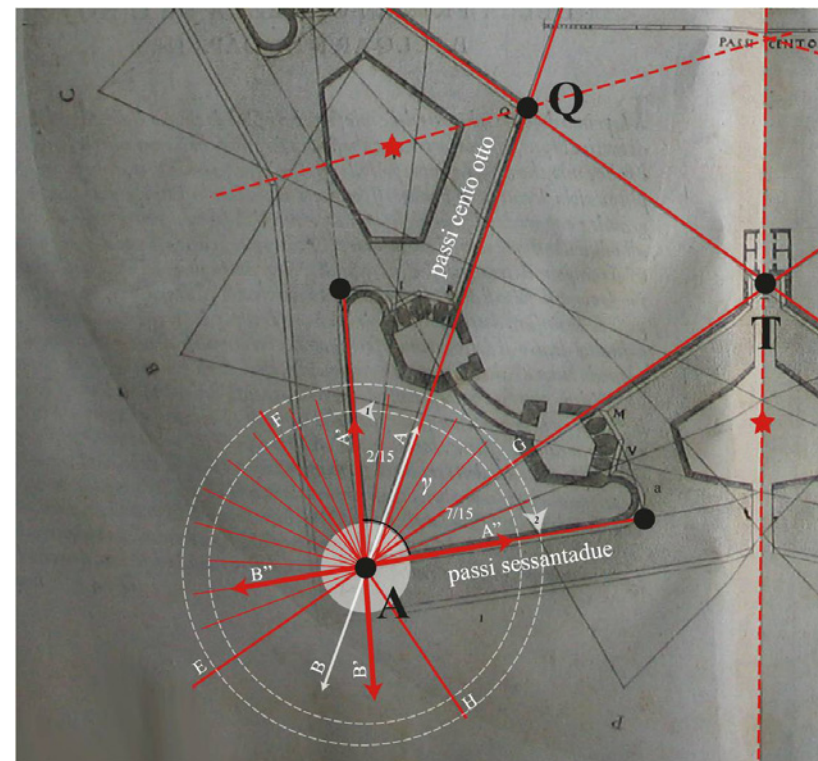
consente di *misurare con bel modo, e con ordine tanto breve, facile e giusto*¹², come mai si era fatto prima di allora. Si tratta di un congegno piuttosto sofisticato che l'Alghisi descrive con precisione definendolo sin dalle prime battute sinteticamente, ma molto efficacemente, come «istromento geometrico da torre i siti in proportione di qualunque sorte si siano, e meterli in carta proportionatamente, poi levarli dalla carta, e di picciola tradurli in forma

maggiore in opera di fabrica con vera ragione e misura a secondo del disegno¹³». Dalla descrizione si evince con chiarezza la duplice funzione che consente allo stesso oggetto di essere utilizzato come *strumento di campagna* utile, attraverso operazioni di traguardi di direzioni e di misurazioni angolari, al rilievo dei siti su cui si intende costruire, e al tempo stesso di fornire ausilio, nella sua stessa configurazione, sia nella fase del disegno *in carta* dei siti rilevati e del progetto delle fortezze, sia nella fase di *spiccato* e cioè di tracciamento *in terra*, in vera forma e grandezza, della fortezza progettata. Il vantaggio che l'Alghisi più volte sottolinea è che la soluzione proposta riduce di molto le possibilità di errore dovute alla necessità di ripetere più volte la complessa operazione di suddividere la circonferenza in tanti gradi *in quanto è divisa la sfera del cielo* e dunque di ridurre drasticamente i rischi di moltiplicare nelle varie fasi del progetto, il margine di errore.

La puntuale descrizione dell'*Istromento* è sorretta da una sua rappresentazione grafica - che si presenta nel *Trattato* alle pagine 72 e 73, riprodotto al vero (fig. 6) - che nelle intenzioni dell'Autore deve costituire non solo un efficace schema interpretativo, ma a tutti gli effetti intende fornire al lettore una *dima* (e cioè una sagoma in vera forma e grandezza) utile per costruire l'oggetto di cui è raffigurazione¹⁴. Non è questa la sede per soffermarsi sugli aspetti squisitamente figurativi della rappresentazione dello *Istromento*, tuttavia interessante notare che tanto l'oggetto in sé, quanto la sua rappresentazione sono episodio significativo di quel concetto *macchina* intesa come prodotto dell'unione della scienza e della tecnica, di cui la stessa architettura bastionata è esito, e che nell'uso delle tecniche e dei codici di rappresentazione adottati offre interessanti spunti di riflessione circa il rapporto tra cultura tecnica e codici di rappresentazione¹⁵.

Grafico e descrizione dell'Alghisi sono dunque finalizzati a spiegare con estrema chiarezza come sia possibile costruire lo *Istromento in modo facile rapido e dilettevole* e come utilizzarlo ai fini del processo progettuale. In particolare l'Alghisi si sofferma sulla descrizione delle procedure grafiche per la determinazione delle cinque circonfere-

10. Particolare della fase di messa in opera dell'*Istromento* per disegnare in terra con misura e proporzione i cinque baluardi della prima fortezza essendo noto dal disegno in carta l'ampiezza degli angoli () dei baluardi e determinazione della lunghezza delle facce del baluardo (disegno di A. Cirafici).



renze più esterne, che hanno il compito di riportare con massima precisione i trecentosessanta gradi in cui è divisa la sfera celeste, e sulle nove coppie di circonferenze più interne, che sono divise in diciotto semicircoli (uno per ciascuna fortezza descritta nel trattato) ripartiti al loro interno in un numero di settori circolari correlati e dipendenti dal numero dei baluardi di ciascuna delle diciotto tipologie di fortezza proposta dall'Alghisi nei capitoli successivi. Non mancano le raccomandazioni circa la necessità che la costruzione del congegno venga effettuata con la massima precisione, in particolare per quanto attiene al disegno dei semicircoli che siano *giustissimi quanto*

*più possibile*¹⁶ per garantire la massima precisione nel disegno in carta e in terra delle cortine e dei baluardi. Chiudono il capitolo alcune precisazioni sul materiale da utilizzare per lo *Istromento* che deve essere rigorosamente prodotto in metallo, che è l'unico materiale in grado di garantire l'inalterabilità dell'oggetto e dunque delle misure in qualsiasi condizione atmosferica.

Il *Capitolo XI* del *Secondo Libro*, che è interamente dedicato alla descrizione delle procedure di utilizzo dello *Istromento* nella fase di rilievo dei siti su cui edificare¹⁷, si chiude con una notazione circa la possibilità di utilizzare lo strumento - e in particolare il sistema delle prime cinque circonfere-

renze esterne graduate - per tutte le operazioni di disegno di qualsiasi architettura caratterizzata angoli *generici*, specificando nel contempo che, per quanto attiene ai casi proposti nel trattato, il disegno si svolgerà senza l'uso dei gradi, ma con l'aiuto dei *semicircoli* disegnati sullo strumento stesso che, come è illustrato con chiarezza nel *Capitolo XII del Libro Secondo*, rappresentano il fondamentale supporto operativo alla costruzione geometrica necessaria per la rappresentazione *in carta* e *in terra* dei tre angoli caratteristici di ogni tipo di fortezza: l'angolo interno della cortina α , l'angolo esterno della cortina β e l'angolo del baluardo γ . Per la loro individuazione grafica Alghisi procede alla definizione di un rapporto proporzionale tra numero dei baluardi e partizione del relativo semicerchio, sicché i rapporti geometrici che caratterizzano ciascuna fortezza sono facilmente riproducibili in carta e in terra proprio grazie alla suddivisione dei semicircoli stessi in settori disegnati già in funzione del parametro che caratterizza ciascuna fortezza in relazione al numero dei baluardi. È proprio dalla raccomandazione circa l'annotazione a priori «sulla polizza delle tre sorti d'angoli di ciascuna fortezza e [della] lunghezza

delle linee ovvero faccie delle cortine e de belloardi e suoi fianchi per esser tutte le cortine simili e tutte le faccie de belloardi simili¹⁸», che prende avvio la descrizione del procedimento di disegno 'in terra' della «prima fortezza di cinque belloardi perché questa servirà per tutte le seguenti [...] e ciascuna altra che di nuovo comporre et fabricare si volesse¹⁹».

Il metodo descritto dall'Alghisi consente, dunque, di realizzare il disegno *in terra* del sistema stellare delle fortezze a partire da sole tre misure angolari e due misure metriche attraverso un procedimento di traguardi successivi operati posizionando lo *Istromento* in punti notevoli del disegno della fortezza: a partire dal vertice dell'angolo interno di cortina, indicato con la lettera **T** sul disegno della prima fortezza, e posizionando lo *Istromento* in modo che il suo diametro **E-G** si trovi allineato con il vertice del baluardo opposto e con il segno di asterisco collocato lungo la bisettrice dell'angolo **ATN**, l'Alghisi, attraverso operazioni successive di traguardo di direzioni, operate spostando via via da un vertice all'altro lo *Istromento* e l'azione combinata del raggio mobile lungo il semicerchio

graduato corrispondente alla tipologia di fortezza che si intende realizzare, procede prima al tracciamento in terra della stella costituita dai fianchi delle cortine e poi al tracciamento delle direzioni dei fianchi dei baluardi (figg. 7-10).

Ai grafici che corredo il testo è demandato il compito di visualizzare il procedimento (solo descritto dall'Alghisi) nelle sue differenti fasi, mettendo in evidenza la semplicità e l'immediatezza operativa e al tempo stesso sottolineando come il procedimento si mostri appunto, come prassi operativa che in qualche modo sembra prescindere dall'impianto teorico descritto con dovizia nei precedenti capitoli e che invece sostiene il vero elemento di innovazione rappresentato dalla definizione del rapporto proporzionale che sottende il disegno dei semicircoli da cui dipende il tracciamento *in carta* e *in terra* delle fortezze dell'Alghisi.

NOTE

[1] Alghisi, Galasso (1570), *Delle Fortificazioni*, Venezia, p. 5: «Se si vorrà poi metter cura alle 'speditioni, à gl'esserciti, et all'armate per l'adietro fatte, si trovarà forse che si sono haute, et acquistate più vittorie con l'arte e l'ingegno degli Architetti, che con la condotta e valore de Capitani».

[2] Denominato fronte bastionato continuo, il moderno sistema di difesa è intuito dal genio dei grandi architetti rinascimentali e alla seconda metà del Cinquecento raggiunge piena affermazione. Struttura spazio-funzionale in grado di resistere a tutti i possibili attacchi, il sistema bastionato cinquecentesco è concepito come un'ingegnosa macchina pronta ad assorbire i tiri dei nemici e a scagliare proiettili di fuoco sull'avversario. Pertanto il carattere cinetico e misurabile del tiro di fuoco (traiettorie e gittata) si afferma quale input prioritario e prevalente nella costruzione della potenzialità difensiva dell'idea progettuale. La naturale vocazione del sistema bastionato a essere interpretato secondo un modello di linee di forza (le traiettorie dei tiri di fuoco) da cui prendono misura gli elementi lessicali della moderna forma bastionata (baluardo, cortina, fossato) induce i trattatisti ad affidare l'oggettività del progetto difensivo al sapere euclideo quale procedimento logico-deduttivo, rigoroso ed esatto. Al pari di un problema geometrico e ricorrendo ai procedimenti della logica matematica, la verità del pro-

getto – la perfetta difesa – viene dedotta con rigore logico dalla verità di altre affermazioni che, ritenute premesse vere, condurranno a conclusioni oggettive. La conoscenza dei principi della geometria euclidea e delle proprietà metriche e angolari delle figure elementari diviene conditio sine qua non per chi progetta l'opera bastionata. Tale conoscenza, posta a fondamento di tutte le operazioni, permetterà di proporzionare la forma difensiva e garantirne il funzionamento. Su questo argomento, vedasi la letteratura trattatistica del XVI secolo sull'architettura militare di Giovanni Battista Bellici, Gabriele Busca, Iacopo De Lanteri, Buonaiuto Lorini, Giovanni Scala.

[3] Alghisi, Galasso (1570), *Delle Fortificazioni*, Venezia, p. 16.

[4] *Ibidem*, p. 21: «Ma solo mi contenterò, che dalla cosa istessa si conosca la verità. Ancorche con testimoni di gran Principi, Signori, e Capitani famosi potessi far chiaro al mondo, che per molti anni innanzi la pubblicazione del loro libro gli era stato dimostrato da me tale invenzione».

[5] *Ibidem*, p. 34: «Il Secondo Libro Delle Fortificazioni di M. Galasso Alghisi da Carpi nel qual si mostrano in disegno le figure delle fortezze da lui proposte nel Primo Libro formate con ragion geometrica da niuno sin qui fatto».

[6] *Ibidem*, p. 35: «Perché nel disegno in carta più facilmente si scaricano gl'errori del disegno, quando ve ne sia alcuno, ch'in terra. Perché essendo il disegno in carta pic-

ciolo, et in una occhiata si possiede il tutto. Poi perché ritrovando alcuno errore si muta ogni cosa facilmente facendo un disegno corretto, et emendato, il qual sia poi norma, e guida vera di farvne uno altro in opera in forma maggiore: la qual mutazione se si volesse fare più, e più volte nella campagna sarebbe di assai maggior fatica, e tempo, che farlo in carta. [...] perché il disegno in carta non è altro, che l'istessa fabrica, che si desidera a formare in opera, ma in picciola forma, dalla quale si rapporta nella maggiore con facilità, e senza fastidio di mente, né si può errare in modo alcuno, se non si errasse nella trasportazione, o che si scordasse di rapportarvi qualche parte di esso disegno, il qual errore è dell'operante, e non del disegno. Ma se il disegno non è ben composto, e compartito con vere misure, e proporzioni secondo l'arte vera, è impossibile da cotal disegno cavare una fabrica, che sia fatta bene, e con ragione».

[7] *Ibidem*, p. 36: «Onde mi meraviglio d'alcuni ignoranti, et inesperti, c'habbiano tanto ardimento, che si mettano à fabricare senza alcun disegno, e senza alcuna ragione in loro, non potendo riuscire alli intelligenti e pratici le loro fabriche senza disegno, il qual dopo l'Arithmetica, e Geometria è la più importante parte dell'Architettura, perché senza esso non è possibile fare cosa alcuna, che buona sia giudicata. Perché tutte le fabriche non sono altro, che disegno con Architettura, Arithmetica, Geometria et Prospettiva composte».

[8] *Ibidem*, p. 39.

[9] *Ibidem*, p. 42.

[10] *Ibidem*, p. 53.

[11] In particolare il Capitolo X tratta della Formatione dell'istromento da torre et metere in proportione i siti da fabricarvi sopra, il Capitolo XI tratta Della utilità del detto istromento et del modo come si dee adoperare mentre il Capitolo XII, Del modo di trasportare in opera con proportione i disegni delle fortezze.

[12] Alghisi, Galasso (1570), *Delle Fortificazioni*, Venezia, p. 71.

[13] *Ibidem*.

[14] L'istromento è composto da una doppia piastra di metallo, su cui sono riportate alcune circonferenze concentriche suddivise in gradi e mezzi circoli sul cui significato ai fini del procedimento grafico si dirà brevemente nel prosieguo; da un articolato sistema di basamentini tondi con annessi fili di traguardo e di aste che gli consentono di essere, per così dire, messo in bolla e stabilizzato nel momento del suo utilizzo; da un sistema di quattro calamite utilizzate, diversamente da quanto facevano i suoi contemporanei, esclusivamente per orientare i siti rispetto ai punti cardinali, agli astri e soprattutto rispetto ai venti e adoperate in una quantità così abbondante proprio perché ritenute non del tutto attendibili, e dunque solo per sicurezza in caso una o più di una si starasse durante le operazioni; da una squadra; dalla scala grafica e, infine, da un raggio mobile fissato con una vite nel centro delle circonferenze e con le estremità acute, che avrà funzione di puntatore dei gradi nelle operazioni di

traguardo e di disegno.

[15] L'Alghisi naturalmente rappresenta l'istromento in proiezione di pianta e prospetto, ma accenna, tuttavia, ad una tridimensionalità nella rappresentazione della costa ovvero grossezza dell'istromento e cioè nella rappresentazione del suo spessore su cui è importante far notare la continuazione della indicazione dei gradi a torno a torno in ragione della condizione che vedrà lo Istromento utilizzato in funzione di goniometro nella fase di tracciamento grafico sulla carta. È, questa commistione di codici rappresentativi, caratteristica dei disegni tecnici che si pongono come istruzioni d'uso o di montaggio di artefatti e congegni complessi, e in questo senso il disegno dello Istromento dell'Alghisi è particolarmente interessante e si inserisce in quella esperienza della rappresentazione del disegno tecnico che dal De Re metallica di Georg Agricola (1566) sino alla grande stagione della architettura dell'ingegneria di fine Ottocento, racconta del rapporto tra cultura tecnica e codici di rappresentazione che è possibile sintetizzare nel processo di progressivo abbandono della verosimiglianza come categoria del pensiero figurativo a vantaggio della rappresentazione certa ed inequivocabile delle proiezioni ortogonali, senza tuttavia rinunciare alla possibilità di utilizzare il disegno come strumento di comunicazione prezioso per far comprendere la fasi del montaggio in opera attraverso l'uso simultaneo delle proiezioni parallele. Sul tema si veda Cirafici,

Alessandra (2002), *Cultura tecnica e codici di rappresentazione. L'architettura dell'Ingegneria di fine Ottocento*, Edizioni Scientifiche Italiane, Napoli.

[16] Alghisi, Galasso (1570), *Delle Fortificazioni*, Venezia, p. 75.

[17] Una particolare attenzione è rivolta dall'Alghisi nello spiegare le modalità con cui posizionare lo strumento a terra con l'ausilio delle calamite e sorretto dalle aste di stabilizzazione (che devono garantire che esso non si muova durante le fasi di traguardo e di cui deve essere annotate la distanza dal suolo) e sulle procedure di traguardo stesse, attuate con l'ausilio di fili appositamente montati diametralmente sui basamentini, che consente di rilevare in successione l'ampiezza degli angoli e le misure lineari che devono essere annotate con precisione sulla polizza, per procedure poi alla loro trasposizione sulla carta con procedimento inverso a quello con cui si è effettuata la fase di rilevamento, una volta definite la scala di rappresentazione che si intende adottare. L'Alghisi non manca di sottolineare la novità e l'importanza del suo strumento, per l'opportunità che esso offre di rilevare i siti inaccessibili ed evidenziare il vantaggio, in termini di precisione, che si ottiene utilizzando lo stesso strumento in entrambe le fasi della elaborazione del rilievo grafico (le misurazioni e disegno).

[18] Alghisi, Galasso (1570), *Delle Fortificazioni*, Venezia, p. 94.

[19] *Ibidem*.