

Uno strumento topografico a scala territoriale

Il sistema di puntamento delle batterie costiere di
Cavallino-Treporti nella Grande Guerra

Simone Tosato¹[0000-0002-1906-056X], Francesco Guerra²[0000-0002-4614-3846]

¹ s.tosato@stud.iuav.it

² Laboratorio di Fotogrammetria, Università IUAV di Venezia, Santa Croce 191,
30135, Venezia, Italia, guerra2@iuav.it

Abstract. Il lavoro di ricerca analizza e approfondisce il contesto storico e tecnico di una realtà poco conosciuta, ma di sicura importanza, presente nel territorio del Veneto: il sistema delle torri telemetriche e delle batterie costiere nel litorale di Cavallino-Treporti. Partendo da un'analisi storica centrata sullo studio delle difese costiere italiane ed addentrando quindi nella rete del sistema difensivo di Venezia, si è posta l'attenzione sui particolari strumenti topografici dell'epoca, quali goniometri e goniostadiometri ideati dal Maggiore Scipione Braccialini agli inizi del XX sec.

Keywords: Sistema Braccialini, Torri Telemetriche, Goniostadiometri.

1 Introduzione

La comprensione delle caratteristiche ottico-meccaniche e delle funzionalità di questi strumenti topografici è stata indispensabile per il lavoro di ricerca che ha portato alla comprensione del complesso sistema di reti e connessioni tra le torri telemetriche e le batterie presenti lungo la costa del Cavallino. Lo studio degli strumenti di misura, dei sistemi di tiro, la loro disposizione sul territorio e collegamenti realizzati, con il supporto di immagini e documenti d'epoca, ha permesso di ricostruire l'articolato sistema difensivo del litorale che si configura come una "macchina territoriale".

Tale macchina era costituita da un insieme di batterie costiere che avevano lo scopo di proteggere il porto di Venezia. Ogni batteria aveva un sistema di rilevamento della posizione delle navi nemiche costituito da tre torri (una principale e due secondarie) distanti tra loro alcuni chilometri. Le torri con i loro strumenti di misura angolare non solo permettevano di rilevare la posizione delle navi ma anche di comandare, in tempo reale, il sistema di puntamento dei cannoni delle batterie.

Questo avveniva attraverso un "modernissimo", per l'epoca, sistema elettromeccanico. La ragione della necessità di realizzare macchina così complessa alla scala territoriale è dovuta al fatto che i cannoni sparavano ben oltre l'orizzonte visibile dalla quota in cui erano posizionati.

È stato eseguito un rilievo dei manufatti in cui erano collocati gli strumenti del sistema Braccialini, utilizzando gli strumenti e i metodi della moderna topografia terrestre e satellitare. L'insieme dei dati ottenuti dalla campagna di rilievo e dai documenti

storici ha permesso di calcolare la precisione del sistema batteria-torri ovvero sia le precisioni per la parte di puntamento (torri) che di tiro (cannoni nelle batterie).

I procedimenti di calcolo che sono stati adottati per stimare la precisione del sistema di rilevamento si basano sulla teoria della compensazione di reti topografiche terrestri, andando a realizzare diverse simulazioni con il punto bersaglio in mare posto a differenti distanze dalle basi di rilievo. Come caso di studio si è considerata la batteria San Marco e le sue tre torri telemetriche.

In questo caso si è così riusciti a dimostrare che l'incertezza nella determinazione del bersaglio utilizzando i goniostadiometri e i goniometri Braccialini è dello stesso ordine di grandezza della incertezza del tiro dei cannoni (o meglio della dispersione della salva) e quindi che il sistema di rilevamento era ben configurato per dirigere il puntamento dei cannoni in modo efficace.

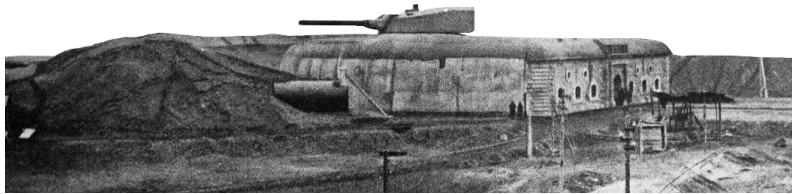


Fig. 1. Foto storica della Batteria Amalfi a Cavallino-Treporti.

2 La struttura difensiva di Cavallino-Treporti

Una tra le unicità che rendono particolare Cavallino-Treporti, è senza dubbio costituita dalla concentrazione di fortificazioni, armonicamente distribuite nell'intero territorio comunale. Anche ad un occhio inesperto, non passano certo inosservate le singolari torri telemetriche che si slanciano dal pianeggiante ambiente lagunare, né le imponenti batterie costiere.

Le vestigia di questo articolato sistema difensivo rimangono a testimoniare una storia bellica che ha attraversato più secoli, cominciata ancora nella metà dell'800, epoca della dominazione asburgica, proseguita nei primi anni del '900 e continuata poi in entrambi i conflitti mondiali. Il litorale del Cavallino quindi rappresenta un libro di storia patria assieme a un manuale dell'evoluzione dell'architettura militare.

Le torri telemetriche furono costruite agli inizi del XX secolo con lo scopo di creare punti di osservazione a servizio delle batterie disseminate lungo la costa e che avevano lo scopo di difendere la laguna di Venezia dalle incursioni navali dell'esercito nemico. Queste costruzioni, realizzate rispecchiando le tipologie dei fabbricati coloniali del luogo per confondere l'osservazione aerea nemica, ospitavano al loro interno una squadra di militari, che dotati di particolari strumenti ottico-meccanici, quali goniostadiometri e goniometri, tenevano sotto controllo il mare al fine di scrutare che le navi della flotta nemica Austro-Ungarica non tentassero un attacco a Venezia, e nel qual caso questo avvenisse, rilevavano la posizione dei bersagli e comunicavano alle batterie di competenza, Amalfi, Pisani, San Marco e Radaelli, le coordinate di tiro per un sicuro bombardamento della nave nemica.

Esse hanno quasi tutte la stessa tecnica costruttiva, i muri sono in mattoni intonacati, il pavimento al piano terra in mattonelle in cemento, i solai sono di putrelle di ferro e gettata in calcestruzzo, le scale e la copertura tutte in cemento armato. Alle torri furono assegnati i nomi della vicina frazione, o il cognome della vicina famiglia, anche se gli abitanti del luogo le hanno sempre definite “semafori” dal nome del telegrafo a bracci mobili, presente all’interno di esse che serviva per le segnalazioni.

Tale sistema di difesa, inizialmente costruito per la difesa dagli attacchi dal mare, sebbene non sia servito per lo scopo per cui è stato realizzato, riveste una grande importanza militare, poiché rappresentarono l’ultimo baluardo difensivo di Venezia dopo lo sfondamento austro-ungarico a Caporetto nell’autunno del 1917, quando furono ruotati i cannoni delle quattro Batterie verso l’entroterra, scatenando un fuoco d’inferno contro le postazioni nemiche, favorendo così il riposizionamento dell’esercito Italiano lungo il corso del Piave. Oggigiorno, avendo perduto ogni interesse militare, versano in condizioni estremamente precarie e di abbandono, ad eccezione di alcune opere date in concessione a privati, aziende agricole, turistiche e commerciali, che utilizzano certi immobili per varie finalità, svolgendo anche una minima manutenzione conservativa.

Gli edifici, assai imponenti, meriterebbero appropriati interventi di tutela contro il degrado che minaccia di farli scomparire, e adeguatamente restaurati costituirebbero delle testimonianze storiche sugli avvenimenti bellici del recente passato [1-2-3]



Fig. 2. 1 T. Vignotto, 2 T.cà Sassonio, 3 T.cà Bodi, 4 T.cà Tortato, 5 T. Padovan, 6 T. Crepaldo, 7 T.cà Pasquali, 8 T. San Marco, 9 T.cà Scarpa, 10 T.cà Savio, 11 T.Hermada, 12 T. Lio Grand, 13 Forte Treporti, A Batt. Radaelli, B Batt. San Marco, C Batt. V.Pisani, D Batt. Amalfi.

3 Il Sistema Braccialini

3.1 I telemetri Braccialini

Il problema legato alla strategia militare per la difesa delle coste nella Prima guerra mondiale, è stato risolto con l'aiuto della trigonometria, in quanto per poter indirizzare le bocche da fuoco delle artiglierie poste lungo le coste era necessario conoscere la distanza del bersaglio. Negli anni compresi fra 1884 e il 1921 furono ideati e realizzati degli strumenti in grado di fornire, con metodi meccanici ed in modo automatico, gli elementi richiesti, per fare in modo che le artiglierie colpissero con precisione i bersagli.

Dall'estratto della *Rivista d'Artiglieria e Genio* vol. III e IV del 1921, l'Ing. Scipione Braccialini espone i principali telemetri ed apparecchi da lui progettati e che furono costruiti, adottati ed impiegati sia in Italia che in Giappone. Tali strumenti possono essere divisi in tre serie; la prima, prodotta negli anni 1884-1896 per il governo italiano, la seconda negli anni 1892- 1898 per il governo giapponese e la terza, con i goniostadiometri, negli anni del primo grande conflitto mondiale.

I telemetri da costa si dividono in due grandi classi: telemetri a base verticale, telemetri a base orizzontale. I primi sono collocati ad una certa altezza sul livello del mare e hanno per base tale altezza. I secondi sono quasi sempre collocati in posizioni molto basse e hanno per base la distanza che intercede fra la loro posizione e quella di uno strumento secondario, il goniometro. I telemetri, sia a base verticale che a base orizzontale, possono essere collocati sia all'interno della batteria, che devono servire, che esternamente e lontani da essa. Quindi ciascuna delle due grandi classi può essere divisa nelle due sottoclassi:

telemetri di batteria, telemetri esterni.

Inoltre, i telemetri di batteria possono essere collocati entro appositi casotti esposti al tiro nemico, oppure entro un apposito locale sotterraneo sicuro. La sottoclasse dei telemetri di batteria si divide ancora in due categorie: telemetri di batteria palesi, telemetri di batteria nascosti [4].

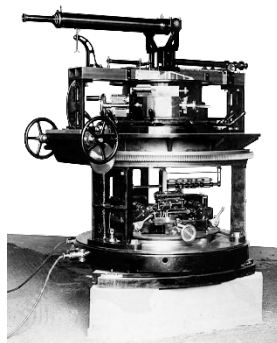


Fig. 3. Esemplare storico di un goniostadiometro esterno a base orizzontale

3.2 Il goniostadiometro esterno a base orizzontale

I telemetri della terza serie sono generalmente conosciuti sotto il nome di goniostadiometri, erano strumenti destinati a fornire dati di tiro per una batteria a puntamento diretto o indiretto, lontana dalla stazione principale (dove vi era collocato lo strumento) e comunque disposta rispetto a questa. Come tutti i telemetri a base orizzontale, questo strumento, per funzionare, aveva bisogno di un altro strumento sussidiario detto goniometro, collocato in una stazione secondaria. Questi precisi telemetri furono collocati nelle torri di Cavallino nell'epoca della Grande Guerra.

Nel concetto che ha presieduto alla costruzione di questo strumento il tiro della batteria deve essere completamente diretto dalla stazione telemetrica, bisogna quindi trasmettere alla batteria tutti i dati di tiro, cioè: angolo di direzione, distanza o angolo di elevazione, ordini relativi al tiro in genere (carica, fuoco, al tempo, ecc.).

Questo strumento risolve in modo meccanico il seguente problema geometrico; siano G la stazione principale, C la stazione secondaria, B la batteria e N il bersaglio. Le distanze GC e GB sono conosciute, e sono dette rispettivamente: base di misurazione e base di riduzione. Se dai punti G e C dirigiamo sul punto N le visuali GN e CN , il triangolo GCN determina evidentemente la posizione del punto qualunque N sullo specchio d'acqua, perché la sua base GC è conosciuta e gli angoli NGC e NCG adiacenti ad essa sono determinati dalle visuali GN e CN . Se dal punto B conduciamo la visuale BN , anche il triangolo GBN è determinato, perché conosciamo a priori il lato GB , il lato GN è determinato dal triangolo GCN , e l'angolo BGN è determinato dalla posizione risultante della visuale GN rispetto alle basi GC e GB .

Prendiamo sulle basi GC e GB due punti, c e b le cui distanze Gc e Gb dal punto G siano in un determinato rapporto con le basi stesse GC e GB . Conduciamo dal punto C la parallela cn alla visuale CN . Il triangolo Gcn sarà evidentemente simile al grande triangolo GCN , quindi il punto n sarà omologo al punto N , e Gn sarà con la GN nello stesso determinato rapporto di Gc e GC . Perciò il punto n determina esattamente la posizione del punto N , ovvero del bersaglio. Conduciamo dal punto b la bn , evidentemente essa risulterà parallela alla visuale BN e sarà con essa nel rapporto prestabilito, mentre l'angolo Gbn sarà uguale all'angolo GBN . Quindi la bn darà, nella prestabilita scala, la distanza batteria-bersaglio, e l'angolo Gbn darà la direzione che la visuale batteria-bersaglio fa con la base GB .

Così la posizione del bersaglio N rispetto alla batteria è pienamente determinata.

Un goniometro è posto nella stazione secondaria, in modo che il suo cannocchiale possa ruotare intorno ad un asse verticale passante per il punto C . L'asse ottico di tale cannocchiale, diretto sul bersaglio N , determina la visuale CN .

Il goniostadiometro è posto nella stazione principale G , esso ha un grande cannocchiale che può ruotare intorno ad un'asse verticale passante per il punto G , il cui asse ottico, diretto sul bersaglio N , determina la visuale GN . Nel goniostadiometro stesso vi è poi un apposito congegno portante un'alidada HK che può ruotare intorno ad un'asse verticale passante per il punto c omologo al punto C . Il movimento di rotazione di tale alidada HK è collegato, per mezzo di un'apposita trasmissione elettrico automatica, a quello del cannocchiale del goniometro C , in modo che la retta centrale cn tracciata sull'alidada HK si mantenga costantemente parallela all'asse ottico del

cannocchiale stesso. Così il punto n determina, nello strumento, costantemente la posizione del bersaglio N sullo specchio d'acqua [5-6-7].

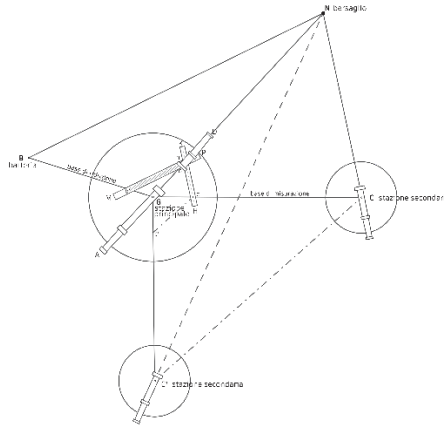


Fig. 4. Schema geometrico del Braccialini descritto in precedenza.

4 Il Sistema Braccialini nel territorio di Cavallino-Treporti

4.1 Connessioni tra torri telemetriche e batterie

Per riuscire a comprendere gli schemi geometrici del Braccialini e riportarli nella scala territoriale di Cavallino-Treporti sono state individuate le connessioni intercorrenti tra le torri telemetriche e le batterie costiere presenti nel litorale.

Ogni batteria aveva un proprio sistema di connessioni con tre differenti torri telemetriche, ossia con una torre principale, nella quale vi era collocato il goniostadiometro e con due torri secondarie, dove si trovavano i goniometri, ausiliari al corretto funzionamento del sistema topografico.

I differenti sistemi di connessioni erano costituiti quanto segue:

- Batteria C.A. Radaelli, Torre Ca' Padovan [1], Torre Ca' Vignotto [2sx], Torre Ca' Savio [2dx];

-Batteria San Marco, Torre Ca' Pasquali [1], Torre Ca' Sassonio, [2sx], torre di Forte Treporti [2dx];

-Batteria Vettor Pisani, Torre Ca' Scarpa [1], Torre Ca' Bodi o Cà Tortato [2sx], Torre di Forte Treporti [2dx];

-Batteria Amalfi, Torre di Forte Treporti [1], Torre Crepaldo [2sx], Torre San Nicolò al Lido [2dx] [8].

5 Il rilievo delle torri telemetriche

5.1 Il rilievo topografico e GNSS

Con il supporto del personale del Laboratorio di Fotogrammetria dello IUAV, si è eseguito il rilievo topografico e GNSS delle torri telemetriche presenti sul litorale di Cavallino-Treporti.

La strumentazione utilizzata era composta da: una stazione totale Leica TCR 1103, un ricevitore GNSS Stonex S900A, un prisma a riflessione totale.

L'obiettivo di questo rilievo consisteva nell'individuare e calcolare l'altezza precisa del punto in mezzeria delle feritoie presenti al giorno d'oggi nella maggior parte delle torri telemetriche.

A seguito del rilievo topografico, di torre in torre sono stati rilevati con il GPS due punti vicini; il primo di stazione e il secondo di orientamento per la stazione totale con lo scopo di georeferenziare e rototraslare i punti collimati nel sistema di riferimento cartografico Gauss-Boaga. Una volta eseguita la georeferenziazione, si sono esportati i dati delle coordinate dei punti collimati nel rilievo topografico e GNSS e, in seguito ad opportuni calcoli effettuati con un foglio di calcolo per determinare la traslazione di ogni punto, si è riusciti a stabilire l'altezza media delle feritoie per ogni torre rilevata. È importante specificare che ci si è concentrati sull'altezza in mezzeria delle feritoie in quanto i cannocchiali degli strumenti ottici adottati nella Prima guerra mondiale per il rilevamento della distanza del bersaglio, quali goniometri e goniostadiometri, si suppone fossero posizionati a quella quota [9].

5.2 L'altezza delle torri

Conclusa la fase di campagna, sono stati estratti i dati di ogni punto rilevato dalle schede SSD della stazione totale e del ricevitore GNSS per proseguire con le operazioni di calcolo.

In primo luogo, sono stati ordinati in differenti colonne i punti delle diverse stazioni del rilievo topografico e GNSS, successivamente per mantenere la precisione del rilievo topografico e trasportare le coordinate in un sistema assoluto, sono stati eseguiti dei calcoli per effettuare una traslazione in Z , in modo tale che gli scarti tra il massimo e il minimo del rilievo topografico fossero equamente distanti dal massimo e minimo del sistema satellitare. Determinata questa differenza si è proceduto calcolando la traslazione totale per ogni stazione e in seguito, questa traslazione, è stata applicata a tutti i punti rilevati nella topografia.

Definita la traslazione totale, per individuare l'altezza precisa sul livello del mare di ogni punto, si è calcolata la differenza tra la traslazione e l'altezza topografica dei punti collimati nelle feritoie delle torri e successivamente si è calcolata l'altezza media sul livello del mare di ogni feritoia.

5.3 Il calcolo dell'orizzonte

La curvatura terrestre, come si sa, è il motivo per cui l'orizzonte visibile, cioè la distanza tra un osservatore e la linea che separa cielo e terra, aumenta con la quota. Più

in alto si sale, maggiore è la porzione di superficie terrestre che si può dominare con lo sguardo (condizioni atmosferiche permettendo). Tale superficie ha la forma di una calotta sferica, la cui visibilità sull'orizzonte è il risultato finale del rilievo condotto sull'altezza delle feritoie delle torri del Cavallino.

Nel caso particolare di questa ricerca, oltre a confrontare il raggio di visibilità dell'orizzonte delle torri con quello della gittata massima delle artiglierie presenti nelle batterie, il calcolo dell'orizzonte si è reso necessario per determinare la precisione del sistema di puntamento dei congegni ottici presenti nelle torri telemetriche.

Considerando la Terra una sfera priva di atmosfera, la distanza dell'orizzonte può essere facilmente calcolata, tenendo in considerazione il teorema secante-tangente, il quale afferma la seguente equivalenza;

$$(OC)^2 = OA \cdot OB \quad (1)$$

$d = OC =$ distanza dall'orizzonte, $D = AB =$ diametro medio terrestre, $h = OB =$ altezza del punto di osservazione, $D+h=OA =$ diametro della terra più l'altezza dell'osservatore sul livello del mare.

Quindi la formula sarà:

$$d = \sqrt{h \cdot (2r + h)} \quad (2)$$

dove $\sqrt{}$ è la radice quadrata e r è il raggio medio terrestre (6372797m).

Se l'osservatore è vicino alla superficie della Terra e se ignoriamo l'effetto della rifrazione atmosferica, allora si può trascurare h nell'espressione $(2r + h)$, e la formula diventa:

$$d = \sqrt{2 \cdot r \cdot h} = \sqrt{2 \cdot 6372797} \cdot \sqrt{h} \quad (3)$$

Il calcolo dell'orizzonte ha permesso di comparare le differenti visibilità dell'orizzonte dalle feritoie delle torri telemetriche presenti oggi giorno con le gittate massime dei cannoni di vario calibro presenti nelle batterie Amalfi, Vettor Pisani, San Marco e Radaelli.

Con questi procedimenti si è potuto comprendere i differenti raggi d'azione di ciascuna batteria e di conseguenza si è riuscita a determinare la precisione con la quale, a seconda della distanza del bersaglio nemico, venivano fatte le rilevazioni angolari e di distanza con lo strumento topografico ad una scala propriamente territoriale.

6 La simulazione delle precisioni topografiche e di tiro dei cannoni

6.1 Le precisioni topografiche

Attraverso una simulazione è possibile conoscere a priori le precisioni delle incognite prima di fare delle osservazioni, è un calcolo che tiene conto della geometria della rete e delle precisioni dello strumento.

Sulla base di queste considerazioni è possibile redigere il progetto delle reti. Questo consiste nel simulare situazioni, precisioni strumentali, collegamenti, geometrie e modificarle fin tanto che le precisioni soddisfino i requisiti del progetto e lo verificano nella sua consistenza e aderenza alla realtà. I dati d'input da inserire nei software per procedere con le simulazioni di reti planimetriche sono gli Scarti Quadratici Medi (SQM, incertezze) delle osservazioni degli strumenti che si intendono impiegare, i tipi di collegamenti, i vincoli. In questo caso sono stati inseriti i valori ipotizzati di precisione strumentale dei vari goniometri e goniostadiometri Braccialini usati nelle torri telemetriche nella Grande Guerra. L'output sono gli scarti quadratici medi SQM (σ o deviazione standard) delle coordinate x , y , z dei punti della rete, scelto un sistema di riferimento locale. Sono altresì dati i parametri delle ellissi d'errore che visualizzano l'incertezza di posizione di un punto nel piano o nello spazio.

Il sistema di connessioni preso come riferimento è quello della batteria San Marco, con la torre telemetrica Ca'Pasquali come principale e le torri Ca'Sassonio e di Forte Treporti come secondarie di sinistra e destra.

In primo luogo, si è reso necessario determinare le coordinate in X e Y delle torri coinvolte nel sistema di orientamento, queste coordinate sono definite fisse in quanto sono punti certi determinati dal rilievo eseguito in precedenza sulle torri. Successivamente, nella cartografia di riferimento, sono stati tracciati i raggi di visibilità dell'orizzonte di ogni torre e sono stati confrontati con il raggio massimo di gittata dei cannoni presenti nella batteria San Marco.

Una volta accertato che i raggi di visibilità delle torri rientrassero nel raggio di gittata massima, sono stati individuati dei punti, disposti arbitrariamente ad una distanza di 10gon l'uno dall'altro che rappresentano l'ipotetica posizione del bersaglio. Questi punti sono stati collocati lungo quattro differenti raggi di visibilità; massimo con base la torre Ca' Pasquali e Sassonio (A), massimo con base la torre Ca'Pasquali e di Forte Treporti (B), medio (C) e minimo (D) considerando la rete composta dalle tre torri assieme. Una volta determinate le coordinate fisse delle basi e le coordinate variabili dei punti ipotetici del bersaglio, si ottengono i dati di Input da inserire nel software per definire la precisione dei punti in mare.

Lo scopo di questo procedimento consiste nella definizione della precisione di puntamento di ogni punto riportato, identificandone gli errori quadratici medi delle coordinate dei punti e delle ellissi d'errore dovuti alla geometria della rete, dati che permettono di comprendere quale fosse il sistema di rilevamento ottimale utilizzato nel territorio di Cavallino in questo caso con le connessioni predisposte per la San Marco.

Per ottenere dei risultati verosimili è stata impostata la precisione strumentale dei goniometri e goniostadiometri dell'epoca. Per determinare questa precisione sono stati presi come riferimento i dati ottenuti nell'esercitazione pratica di questi strumenti topografici avvenuta nello scoglio di Capomiseno nel 1914. Dai dati osservati è stato possibile comprendere che la precisione di questi strumenti si aggirava attorno al primo di grado centesimale (equivalente a 10milligon). A seguito delle simulazioni di reti topografiche piane effettuate sui diversi raggi di visibilità presi come caso esemplificativo, si possono trarre delle conclusioni e definire quali fossero le geometrie di puntamento più precise del sistema di torri telemetriche della batteria San Marco. In primo luogo, per quanto concerne la visibilità dell'orizzonte massima delle basi di

connessione non si può effettuare un vero e proprio paragone, in quanto i punti osservati cambiano a seconda del raggio di visibilità. Nel caso delle simulazioni del raggio di visibilità medio e minimo si possono invece comparare i valori ottenuti, in quanto tutti i punti sono visibili dalle tre torri e sono i medesimi in entrambi gli schemi. In queste simulazioni si può notare che sussiste un punto di “rottura” dopo il quale i valori degli SQM delle coordinate di stazione e delle ellissi di errore tendono ad essere più o meno precisi a seconda della base di misurazione presa in riferimento.

In queste simulazioni sono state prese in considerazione solamente le reti topografiche, sebbene a varie distanze, generate dai sistemi di collegamento delle torri della batteria San Marco. Se venissero simulate anche le reti di connessione delle batterie Amalfi, Vettor Pisani e Radaelli si otterrebbero certamente dei risultati molto interessanti che confrontati tra loro genererebbero delle zone in cui ogni sistema ricoprirebbe il proprio maggior grado di precisione, comprendendo tutte insieme un area di puntamento del bersaglio nemico con precisioni elevate lungo tutta la parte nord della laguna veneta, dimostrando come il sistema difensivo del litorale del Cavallino fosse senza eguali e che nel caso di un assalto nemico molto probabilmente avrebbe lasciato inespugnata Venezia da fronte mare [10, 11, 12].

6.2 Le precisioni dei cannoni

Per rifinire questa ricerca si è voluto approfondire questo tema riportando anche le ipotetiche precisioni di tiro delle artiglierie della batteria San Marco. In primo luogo, deve essere specificato il fatto che i dati riportati sulle dispersioni dei colpi in mare non sono propriamente specifici delle artiglierie da 305/50 della San Marco, ma sono il frutto di considerazioni ponderate su diversi cannoni impiegati nel periodo delle due guerre. Realizzando quindi dei calcoli approssimativi valutando differenti indici di dispersione si sono potuti ipotizzare dei valori medi di precisione, i quali dipendono e variano in maniera quasi proporzionale alla distanza che separa la batteria con il bersaglio.

Con l'intenzione di realizzare degli schemi planimetrici che illustrassero le relazioni intercorrenti tra le precisioni delle reti topografiche e le dispersioni medie dei colpi lungo i differenti raggi di visibilità, non sono state considerate certe variabili come la densità dell'aria, la velocità del vento, le caratteristiche del proiettile, le quali comporterebbero sicuramente ad una decrescita delle precisioni ottenute. I raggi di massima visibilità sono quelli che presentano degli σ_N e dei valori medi di dispersione delle salve maggiori, pertanto in questo sistema di rete si può sostenere che l'abbattimento del bersaglio nemico sarebbe stato possibile ma con limitate probabilità di riuscita.

Nei punti definiti dal raggio di visibilità medio gli SQM e le ellissi di dispersione dei colpi risultano maggiormente contenuti, dimostrando che l'avvicinamento del bersaglio alla costa avrebbe comportato un aumento delle possibilità di colpo preciso e sicuro su esso, di fatto, nei punti che conformano la rete topografica di raggio minimo, tali valori sono estremamente precisi con delle σ_N minime e un'ellisse di dispersione, che considerando la dimensione della corazzata nemica, consentiva una quasi totale sicurezza di abbattimento.

Bisogna inoltre considerare un concetto fondamentale della navigazione marittima. Le navi erano vincolate a navigare sotto costa, per due motivi; per riuscire ad orien-

tarsi meglio, in quanto l'orientamento in mare era possibile soltanto mediante il sestante e tre osservazioni astronomiche, all'alba, a mezzodì e al tramonto, essendo poi impossibile orientarsi quando il cielo è coperto, e il secondo motivo era per poter avvistare le postazioni a terra da colpire, in questo caso le batterie di Cavallino.

Anche la Marina Austriaca, per ottenere una maggiore possibilità di bombardamento corretto, era indotta ad avvicinarsi il più possibile alla terraferma e ciò avrebbe comportato un vantaggio per il sistema di puntamento delle torri telemetriche, in primo luogo perché avvicinandosi cresceva l'indice di precisione del sistema topografico e diminuiva la dispersione media della salve dei proiettili della San Marco, inoltre dal momento dell'avvistamento dell'obiettivo nemico sulla linea dell'orizzonte si aveva a disposizione le strumentazioni necessarie in grado di determinare il punto più preciso possibile su cui dettare il comando di fuoco per sbaragliare l'avanzata nemica [13].

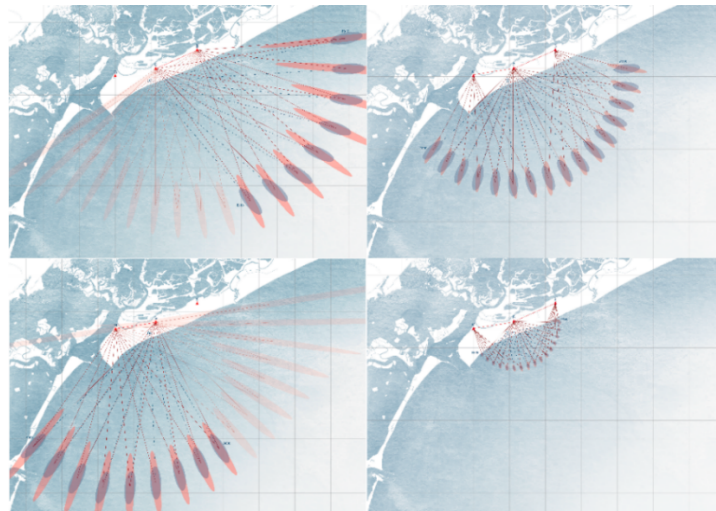


Fig. 5. Cartografia con illustrato il confronto tra la precisione topografica ottimale dei raggi di visibilità (massimo, medio, minimo) della base GB e GM (ellisse rosso) con la dispersione delle salve a tale distanza di tiro (ellisse blu).

Bibliografia

1. Carlo Alfredo Clerici, *Le difese costiere Italiane nelle due Guerre Mondiali*, Parma, Albertelli Edizioni Speciali, 1996.
2. Fulvio Lazzarini, Carlo Clerici, *Gli Artigli del Leon*, Venezia, Artergrafica Silva, 1997.
3. Sandra Martin, Piero Santostefano, Edoardo Pittalis, *Un telegrafista alla Batteria Radaelli 1915-1916 – Pagine dal diario di Ercole Vari tra Cavallino, Jesolo e Venezia*, Venezia, Tipi Edizione, 2017.
4. Braccialini Scipione, Brigadiere Generale, *I telemetri da costa e gli apparecchi accessori sistema Braccialini*, Estratto dalla *Rivista d'Artiglieria e Genio*, vol. III e IV, 1921, Roma, Stabilimento Poligrafico Amministrazione Guerra, 1921.

5. Ministero della Guerra, n. 152, Istruzione sul telemetro esterno a base orizzontale, sistema Braccialini (T.E.O), Roma, Enrico Voghera Tipografo Editore del Giornale militare, 1915.
6. Officina Galileo di Firenze, Télémètres de côte - Système "Braccialini", Firenze, 1904.
7. Officina Galileo di Firenze, Esperienze con un Goniostadiometro esterno a base orizzontale sistema Braccialini, Firenze, Tip. di Salvatore Landi, 1901.
8. Santostefano Piero, Il goniostadiometro Braccialini delle Officine Galileo e la sua dislocazione lungo la costa veneziana negli anni immediatamente precedenti la Prima guerra mondiale, Firenze, Tip. L'arcobaleno, 2018.
9. Riccardo Barzaghi, Livio Pinto, Diana Pagliari, Elementi di topografia e trattamento delle osservazioni, Città Studi Edizioni, 2018.
10. Barbarella M., Crosilla F., Ottimizzazione dei pesi e dell'affidabilità delle osservazioni di una rete di inquadramento per cartografia a grande scala, Boll. della SIFET, n.1, 1983.
11. Barbarella M., Pieri L., Il peso nella compensazione delle misure geodetiche, Boll.di Geodesia e Scienze affini n.2, 1983.
12. Ministero della Guerra, Ispettorato dell'Arma di Artiglieria, n. 1877, Nozioni sui sistemi ottici dei congegni di osservazione e di puntamento e sui telemetri monostatici, 1° ristampa dell'edizione 1927, Roma, Istituto poligrafico dello Stato, 1940.
13. Ministero della Guerra, Pietro Gazzera, Manuale Pratico di Tiro per l'artiglieria, Roma, Istituto poligrafico dello Stato, 1932.