

6 DEFENSIVE ARCHITECTURE OF THE MEDITERRANEAN

XV to XVIII Centuries

Ángel Benigno GONZÁLEZ AVILÉS (Ed.)



DEFENSIVE ARCHITECTURE OF THE MEDITERRANEAN
XV TO XVIII CENTURIES
Vol. VI

PROCEEDINGS of the International Conference on Modern Age Fortifications of the Mediterranean Coast
FORTMED 2017

DEFENSIVE ARCHITECTURE OF THE MEDITERRANEAN
XV TO XVIII CENTURIES
Vol. VI

Editor
Ángel Benigno González Avilés
Universidad de Alicante. Spain

EDITORIAL
PUBLICACIONS UNIVERSITAT D'ALACANT

FORTMED 2017

Colección Congresos UA

Los contenidos de esta publicación han sido evaluados por el Comité Científico que en ella se relaciona y según el procedimiento de la ``revisión por pares``.

© editor

Ángel Benigno González Avilés

© de los textos: los autores

© 2017, de la presente edición: Editorial Publicacions Universitat d'Alacant.

www.publicaciones.ua.es/

Imprime:

ISBN: 978-84-16724-76-5 (Vol.VI)

Depósito legal: A 494-2017



Coastal towers in the Mediterranean of XVI century: a comparison between Sicilian and Valencian cases

Lo Faro Alessandro^a, Rodríguez-Navarro Pablo^b, Santagati Cettina^a, Mangani Martina^a

^a Department of Civil Engineering and Architecture, Catania, Italy, alofaro@dau.unict.it, martina.mangani@gmail.com, cettina.santagati@dau.unict.it, ^b Universitat Politècnica de València, València, Spain, rodriguez@upv.es

Abstract

Watch towers, dotting the coasts of countries bordering the Mediterranean, characterize the landscape in which they rise and constitute a system of architectural emergencies of absolute relevance. At the end of the sixteenth century, Spanish crown upgraded a massive fortification of the Mediterranean coasts. The aim of this paper is the comparison between the solutions adopted for the watch towers in Sicily and those existing along the Valencian coast. In the Kingdom of Valencia the towers come from the military engineer Giovanni Battista Antonelli school (Gatteo, 1527 - Toledo, 1588); in Sicily, the towers are often works of the military engineer Camillo Camilliani (Florence, XVI century - Palermo, 1603), from whom they take their name "camilliane".

In this paper we propose four towers: Manfria and Sant'Anna regarding the Sicilian coast, San Vicente and Torre Nostra as for Valencian one. They were analyzed by taking advantage of the current digital technologies (photo modeling and 3D laser scanning), in support of several analysis such as geometric-spatial, material and technical-built, with the aim of providing an appropriate approach to the correct knowledge of the artifacts and proceed with a possible strategy to safeguard and exploitation of these towers. This contribution was made in the frame of the R & D project entitled "Surveillance and Defense Towers of the Valencian Coast. Metadata generation and 3D models for interpretation and effective enhancement" TOVIVA project, reference HAR2013-41859-P. The project is funded by the National Program for Fostering Excellence in Scientific and Technical Research, National Sub-Program for Knowledge Generation, Ministry of Economy and Competitiveness (Government of Spain).

Keywords: watchtower, photo modeling, 3d laser scanning, constructive analysis.

1. Introduzione

Le torri di avvistamento che punteggiano le coste dei paesi che si affacciano sul Mediterraneo caratterizzano il paesaggio in cui sono inserite e costituiscono un sistema di emergenze architettoniche di assoluta rilevanza. La ricerca di soluzioni formali e costruttive ricorrenti può rafforzare quel comune

denominatore, la volontà dei regnanti spagnoli, che ne ha fortemente promosso la costruzione. Attraverso un dettagliato rilievo metrico e costruttivo si è cercato di porre a sistema i principali caratteri di alcune torri costiere del litorale valenciano e siciliano, selezionate in base alla loro significatività. Vari studi infatti sono stati condotti o sui singoli manufatti o sul

sistema di difesa di porzioni di costa, non indagando la comune matrice mediterranea che è storica, in prima istanza, e progettuale, essendo tutti i manufatti frutto delle indicazioni di architetti militari di origine toscana.

Gli esempi di torri valenciane selezionate sono la Torre de San Vicent (Benicàssim) e Torrenostra (Torreblanca), entrambe progettate dall'architetto Giovanni Battista Antonelli. Le due fortificazioni appartengono alla medesima tipologia prismatica a base quadrangolare. Le torri scelte come esempio nel litorale costiero siciliano sono la torre di Manfria (Manfria, frazione di Gela) e la torre di Sant'Anna (Capo Mulini, frazione di Acireale). Esse presentano i caratteri invariati del tipo "camilliano".

2. Inquadramento storico - territoriale

Sotto Carlo V il Mediterraneo si trovava alla mercé dei turchi ottomani e dei pirati, pertanto le coste del regno spagnolo, in particolare quella valenciana e soprattutto quella siciliana, necessitarono di un sistema difensivo efficiente.

Negli anni 30 del Cinquecento l'introduzione dell'artiglieria a polvere nera portò ad una rivoluzione nel progetto dei sistemi di fortificazione: le opere militari già esistenti sarebbero state riadattate a sopportare la nuova tipologia di arma e le opere ex-novo, avrebbero rispettato più moderni criteri già in fase progettuale. Tale adeguamento avvenne introducendo elementi desunti dall'architettura bastionata: il basamento "a scarpa" fu aggiunto nella parte inferiore delle torri, per contrastare la potenza dei colpi di cannone. Il sistema difensivo costiero fu realmente organizzato sotto il regno di Filippo II, erede di Carlo V.

In entrambi i contesti geografici, per la scelta della collocazione delle torri di deputazione fu determinante la componente morfologia della costa e si proposero sia siti impervi, solitamente arroccati al di sopra di alte scogliere rocciose, sia luoghi prossimi alle coste sabbiose o alle scogliere più basse, conferendo alla torre un ampio controllo del mare. Le fortificazioni costiere dovevano fungere anche da protezione e difesa di sorgenti, mulini ed opifici al fine di

evitare ai nemici di potersi approvvigionare d'acqua potabile e viveri.

La costa valenciana si estende per una lunghezza di 485 km ed è principalmente caratterizzata da spiagge sabbiose, e in alcuni tratti da basse scogliere. Dal punto di vista morfologico la Sicilia è simile: anch'essa presenta catene montuose e zone pianeggianti estese a tutta la superficie dell'isola; i tratti di litorale sono molto vari, in un'alternanza di spiagge sabbiose e promontori rocciosi con notevoli differenze di quota.

3. Il ruolo degli ingegneri toscani nel progetto delle difese del Mediterraneo

3.1 Giovanni Battista Antonelli e *las torres de vigia*

Le torri costiere in Spagna furono pensate principalmente come sistema di avviso: collocate sui punti più bassi della costa, garantivano un completo controllo visivo sul mare, e inoltre facilitavano la comunicazione con le altre torri costiere, attraverso fuochi e fumare.

Il primo progetto concreto di fortificazione della costa valenciana fu affrontato dall'ingegnere militare Giovanni Battista Antonelli (Gatteo, 1527 – Toledo, 1588). A seguito di un controllo diretto della linea di costa, l'Antonelli propose 22 torri da restaurare, 17 da completare, 13 da costruire ex-novo e 7 nuove fortezze.

L'Antonelli immaginò due tipi di torri: la prima tipologia era a base quadrata o rettangolare, con volumi prismatici rastremati verso l'alto; la sua altezza poteva raggiungere un terzo della lunghezza della base. La seconda tipologia possedeva pianta circolare e corpo cilindrico rastremato verso l'alto con spessore murario più massiccio, prevedendo un parapetto sommitale. L'accesso alla torre era situato al piano terra o al piano primo; nel caso in cui si accedeva alla torre dal piano primo, il piano terra era adoperato come cisterna. Nel piano primo inoltre erano presenti altre aperture e una botola sul soffitto per l'accesso alla terrazza. Sul livello della terrazza, completata con parapetto

semplice o merlature, il *matàcan* (caditoia) proteggeva l'ingresso mediante la difesa piombante dall'alto. In alcune costruzioni, sulla terrazza erano collocate delle torrette angolari, che costituivano postazioni per l'artiglieria pesante. I collegamenti verticali tra i piani e la terrazza spesso erano costituiti da scale retrattili, in alcuni casi veniva realizzata una scala a *caracol* in pietra, ricavata all'interno dello spessore murario.

La scelta del materiale lapideo adoperato per l'edificazione era condizionata dalla facile reperibilità. Delle presunte 13 torri di nuova edificazione, solo 8 furono costruite.

3.2 Camillo Camilliani e le torri costiere siciliane

Il lavoro di Camillo Camilliani (Firenze, XVI secolo – Palermo, 1603), si integrò e si sovrappose alla ricognizione iniziata dal collega Tiburzio Spannocchi (Siena 1543 – Madrid, 1606), al fine di valutare le effettive capacità difensive esistenti e di rinforzare le zone della costa siciliana ritenute più deboli.

Il Camilliani propose due tipi costruttivi di torri, a pianta circolare e a pianta quadrata, denominata “classico-camilliana”, riprendendo le geometrie delle torri spagnole proposte dall'Antonelli. L'architettura delle torri era suddivisa in tre elementi principali: la “scarpa” o massiccio, il “piano operativo” e l'*astrico*. Nonostante la differente denominazione, le similitudini formali con gli esempi dell'Antonelli sono significative. Il massiccio era un basamento tronco-piramidale privo di aperture, al suo interno ospitava una cisterna accessibile mediante una botola dal primo livello. Sul massiccio si elevavano uno o più livelli, separati all'esterno da una cornice marcapiano. L'accesso alla torre avveniva mediante un'apertura al piano operativo, con l'ausilio di una scala retrattile in legno o in cordame e protetta da una caditoia per la difesa piombante. Il piano operativo possedeva diverse aperture ed era dotato di un camino incassato nella muratura, e di una scala di collegamento con il lastrico, in genere incassata nella

muratura. Con l'avvento dell'artiglieria pesante, il progetto camilliano suggeriva una più robusta volta in muratura (dammuso) con geometria a botte a tutto sesto o a sesto ribassato. La torre si coronava con il lastrico circondato dal parapetto, provvisto di merlature; solitamente sulla terrazza erano collocate due o più piattaforme di tiro, o garitte. In alcuni casi, si prevedeva un'ulteriore elevazione del parapetto, denominata “pinnata”, sulla terrazza. Anche in questi casi i materiali adoperati erano quelli reperiti in loco. Il progetto prevedeva 120 nuove torri, ma solo 37 furono realizzate.

4. Gli strumenti della conoscenza

Le torri individuate sono state studiate secondo un approccio olistico fondato sul rilievo e l'analisi critica dei manufatti architettonici (fig. 1). Si sono utilizzate le attuali metodologie di rilevamento architettonico (laser scanner, fotogrammetria digitale terrestre o da drone) cui è seguito un attento studio comparativo tipologico, metrologico e del *corpus* architettonico.

4.1 Il rilievo

Lo stato dei luoghi su cui sorgono le torri oggetto di questo studio ha condizionato le operazioni di rilevamento: le due torri sul litorale valenciano oggi si trovano inglobate all'interno del tessuto urbano e sono facilmente accessibili; le torri siciliane sono invece ubicate su promontori a strapiombo sul mare e sono accessibili soltanto da un lato. Laddove possibile si è proceduto mediante rilievo con laser scanner terrestre (TLS). Nel caso Valenciano si è adoperato uno scanner a differenza di fase Z+F 5006h GmbH, con gittata massima di 79 m e velocità di un milione di pixel/sec; nel caso siciliano lo scanner a tempo di volo HDS 3000 della Leica Geosystem, con gittata massima di 134 m e velocità di 3000 pt/sec.

Per la torre de Sant Vicent sono state effettuate 16 scansioni all'esterno e 15 all'interno, per un totale di 53 ML di punti. Nel caso di Torrenostra sono state effettuate 17 scansioni all'esterno e 6 all'interno, per un totale di 125 ML di punti.

Per quanto riguarda la Torre di Manfria, sono state effettuate 8 riprese esterne ed una interna, per un totale di 36 ML di punti. Lo stato di conservazione della scala di collegamento tra il piano operativo e la terrazza ha fatto propendere per l'integrazione dei dati relativi alla terrazza mediante rilievo fotogrammetrico.

Per la torre di Sant'Anna, a causa dello stato dei luoghi (locali attigui pericolanti; posizione arroccata su banchi di rocce basaltiche e folta vegetazione in situ) sono state effettuate 6 scansioni all'esterno per un totale di 35 ML di punti; l'interno, fortemente rimaneggiato rispetto all'assetto originario, è stato rilevato mediante metodo diretto.

Inoltre, si è fatto uso della fotogrammetria (terrestre e da drone) anche al fine di ottenere modelli 3D testurizzati.

La torre di Sant Vicent, sita lungo il litorale di Benicàssim, è totalmente accessibile su tutti i lati. Ciò ha fatto optare per un utilizzo combinato di droni e fotogrammetria terrestre per ottenere un modello completo¹. Diversamente, per quanto riguarda Torrenostro, i droni sono stati utilizzati per il completamento della parte di coronamento ad integrazione dei dati TLS.

Anche nel caso delle torri siciliane, si è operato in funzione delle condizioni in situ che hanno consentito la realizzazione di un modello 3D completo² della torre di Manfria e parziale della torre di Sant'Anna ad integrazione del rilievo mediante laser scanner.

I dati sono stati trattati con l'utilizzo combinato di software proprietari e free (Cyclone, Cloudworks, Agisoft Photoscan; Autodesk

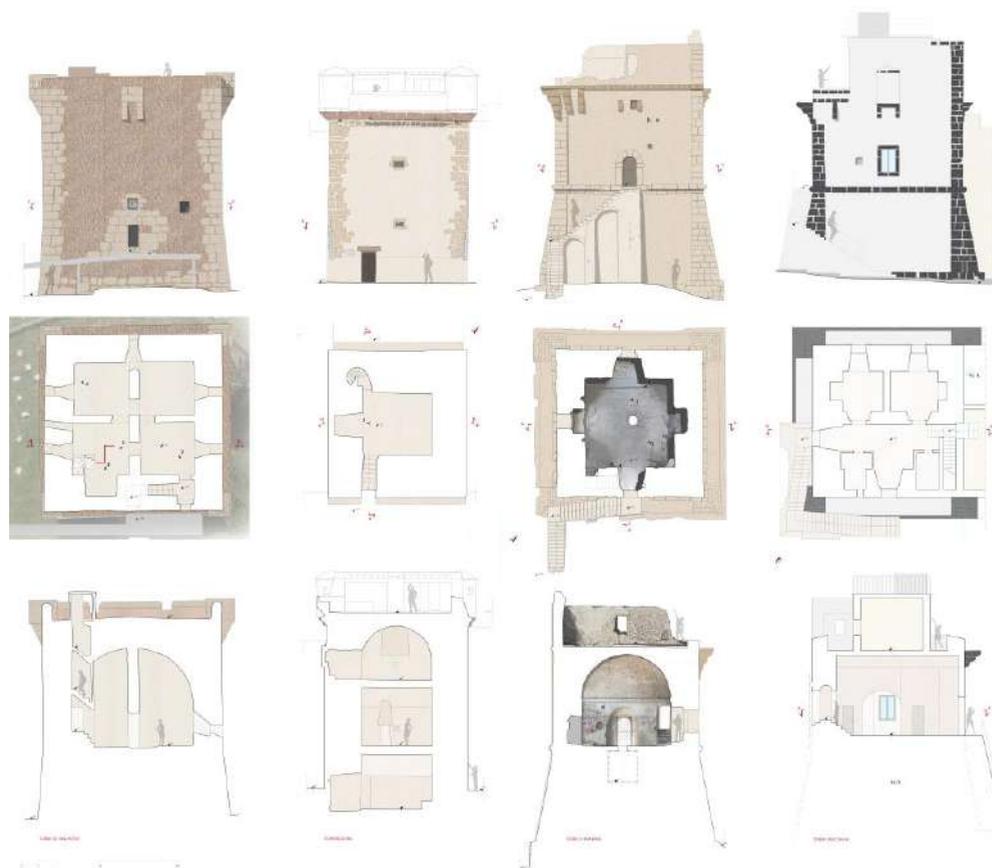


Fig. 1 Le torri valenciane e siciliane a confronto; Sant Vicent (benicassim, Castellón) Torrenostro (Castellón), Manfria y Sant'Anna (Sicilia)

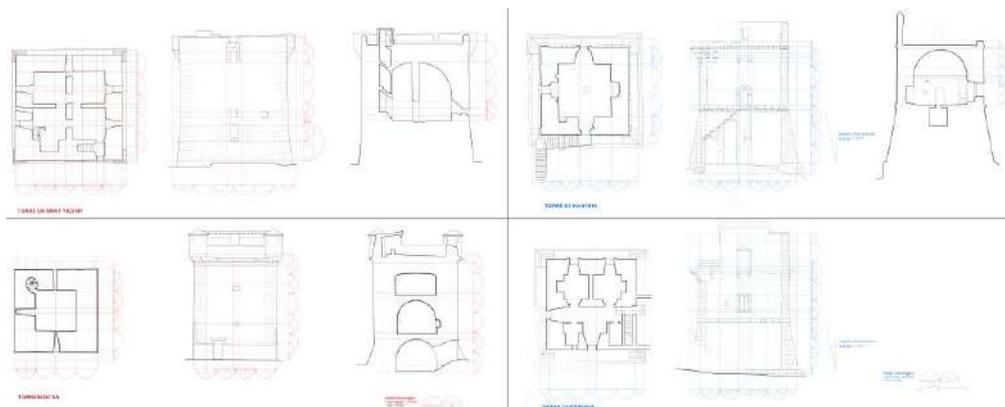


Fig. 2 – Analisi metrologica e modulare

Recap Photo; Remake Autodesk; Rhinoceros), al fine di ottenere degli elaborati significativi (ortofoto, piante, prospetti, sezioni, modelli 3D di dettaglio dei cantonali) per la documentazione delle torri e i successivi approfondimenti metrologici e costruttivi.

4.2 Lo studio metrologico

Le indagini metrologica e grafica (fig. 2) condotte sui quattro manufatti sono state indirizzate alla verifica di una possibile matrice progettuale e costruttiva comune motivata dall'intervento di architetti milari toscani. Si è proceduto quindi alla verifica delle unità di misura del tempo (canna spagnola e siciliana) che si ritrovano sia nelle dimensioni dei singoli elementi di fabbrica (altezza dei conci, dimensioni delle mensole) che nel tracciato regolatore che ritma le proporzioni tra i vari elementi (rapporto altezza/larghezza, rapporto piano operativo/scarpa; rapporto altezza/larghezza negli ambienti voltati), la cui ricorrenza (al di là delle imperfezioni di tracciamento e costruttive) conferma la rispondenza di quanto realizzato alle regole progettuali individuate dall'Antonelli e dal Camilliani e messe in opera dalle maestranze locali.

4.3 Il sistema tecnologico

Le tecniche costruttive e i materiali adoperati accomunano le due torri valenciane, sebbene differente appaia l'involucro esterno,

conseguenza della differente tipologia: la prima nasceva come torre a base quadrangolare munita di scarpa; la seconda invece si propone come esempio di torre a base quadrangolare e a forma di parallelepipedo, adattata successivamente per resistere agli attacchi dell'artiglieria. Pertanto laddove nella prima torre l'elemento tronco-piramidale della scarpa è nettamente visibile, nella seconda torre l'elemento scarpato non è altro che un rinforzo della muratura aggiunto nei prospetti (Fig. 3).

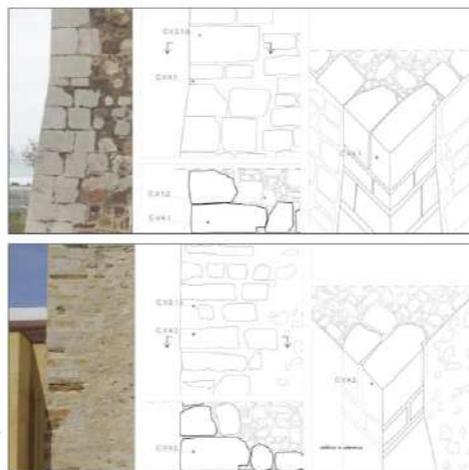


Fig. 3 - Soluzioni costruttive dei cantonali delle torri valenciane.

La scelta dei materiali adoperati è stata fortemente condizionata dal sito di appartenenza: si tratta principalmente di

calcarenite, pietre arenarie e legante in malta di calce per le torri valenciane e per la torre di Manfria; basalto lavico per la torre Sant’Anna. Sono stati confrontati nello specifico le mensole,

la tessitura muraria, gli elementi angolari, i sistemi voltati, i collegamenti verticali e le chiusure orizzontali di copertura, relativi ai quattro manufatti (Fig. 4).

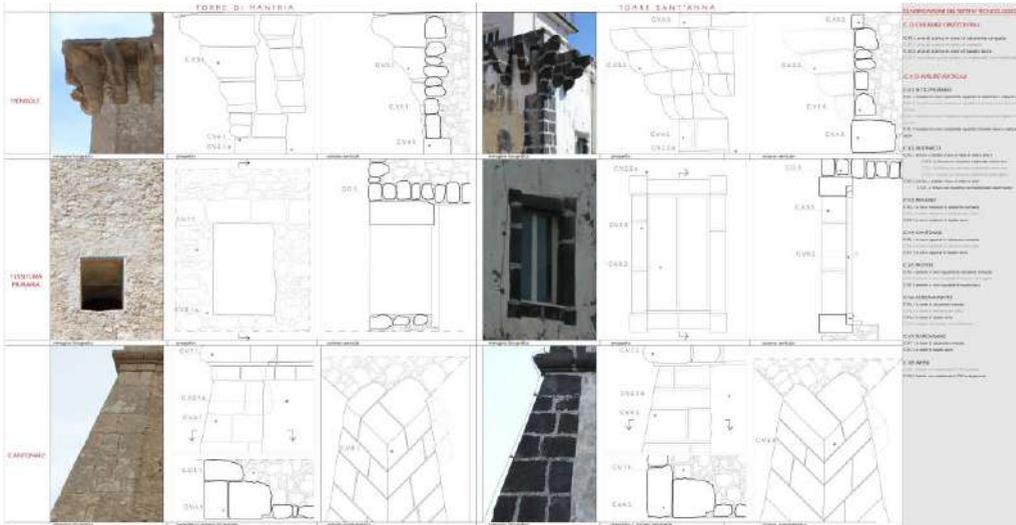


Fig. 4 - Confronto tra elementi di fabbrica delle torri siciliane

In merito alla tessitura muraria la maggiore difformità riguarda lo spessore del maschio murario: nelle torri valenciane esso raggiunge la misura massima di circa 10 palmi, mentre il paramento delle torri siciliane si incrementa da 7 a 14 palmi. Accomuna le quattro torri la tecnica costruttiva adoperata, ovvero muratura a sacco con pietrame informi e rozzamente squadrato, riempito da scaglie di varia pezzatura. Si ipotizza che la scelta di uno spessore più massiccio nelle fortificazioni valenciane sia dovuto al fatto che l’ubicazione, sul litorale sabbioso, le rendeva più vulnerabili agli attacchi dell’artiglieria; al contrario le torri siciliane erano collocate su promontori rocciosi meno accessibili via mare.

Alcune tracce di intonaco resistono sui paramenti della scarpa della torre di Manfria e di uno spesso strato di intonaco sui paramenti della torre Sant’Anna. Per quanto riguarda i cantonali, era la Deputazione spagnola ad impartire le indicazioni circa le misure e il tipo di lavorazione dei conci: infatti in tutte e quattro le torri, i conci sono dei blocchi di pietra squadrati e leggermente sporgenti rispetto al solido

murario (ad eccezione di Torrenostre in cui sono a filo con la muratura) e rispettano la misura in altezza tra 1 e 2 palmi e da 2 a 5 palmi in lunghezza.

I sistemi voltati delle quattro fortificazioni propongono una volta con geometria a botte e direttrice a tutto sesto e, negli esempi siciliani così come la torre de Sant Vicent, il raggio dell’arco raggiunge la misura di 1 canna e mezzo; al contrario in Torrenostre si presentano tre ambienti voltati, con eguale geometria, il cui raggio misura 1 canna. La differenza tra i sistemi voltati consiste nella tecnica realizzativa: le volte spagnole sono a concrezione, quelle siciliane a conci squadrati. I collegamenti verticali sono sempre ricavati all’interno del solido murario, 1/3 dello spessore, ma con delle differenti accezioni: nelle torri valenciane la scala interna possiede una geometria a chiocciola ed un rivestimento oggi in malta cementizia (San Vicent) e di calce (Torrenostre); nelle torri siciliane la scala possiede un impianto planimetrico a L, è priva di rivestimento in Manfria e oggi presenta uno strato di mattonelle ceramiche in Sant’Anna.

La copertura delle quattro torri giace sul sistema voltato descritto precedentemente, idoneo a sopportare il peso dell'artiglieria. Ciò la rende atta a sostenere eventuali superfetazioni, così come di fatto è accaduto per tre dei quattro manufatti.

La torre di Manfredonia, nonostante sia stata elevata di un ulteriore piano ormai semi-diruto, presenta tutt'oggi la pavimentazione originale in pietra; pesanti rimaneggiamenti ha subito Torremaggiore, il cui estradosso risulta completamente coperto da una nuova pavimentazione, e Sant'Anna, dove sulla terrazza è stato eretto un vano di calcestruzzo per ospitare l'attrezzatura e i macchinari per il funzionamento del faro (Fig. 5).

4.4 Trasformazione delle torri e del contesto urbano

Ognuno dei quattro casi studio presentati è il frutto di diversi atteggiamenti nei confronti della conservazione e del riuso delle torri costiere operato dalla collettività. I casi valenciani sono quelli in cui si manifesta una forte volontà di riqualificazione del bene storico ma anche della località in cui esso sorge; entrambi i casi seguono la corrente del restauro stilistico, secondo l'accezione ottocentesca del medesimo. La torre di San Vicente è diventata nel 2012 la protagonista del lungomare di Benicàssim, divenendo simbolo della città.

Le sorti della torre di Torremaggiore sono assai tormentate: dopo essere stata inglobata dall'espansione edilizia, la torre è stata trasformata in abitazione. L'ultimo intervento di restauro risale al 2006: i balconi realizzati durante l'uso residenziale sono stati rimossi e le aperture ripristinate alla loro dimensione originale. Dallo studio delle caratteristiche geometriche e tecnico-costruttive delle torri prismatiche antonelliane, si ritiene che la sopraelevazione e le quattro garitte, non abbiano rispettato il progetto originale.

Per quanto riguarda gli esempi siciliani oltre a trovarci in siti con proprietà materiche e quote altimetriche differenti, gli approcci riguardo la conservazione di questi beni architettonici, sono stati molto diversi, per non dire del tutto

inesistenti. La torre di Sant'Anna nel 1868 fu adibita a faro di segnalazione della Marina Militare, subendo un intervento che le ha ridato l'originale forma all'involucro esterno. La distribuzione interna è stata invece completamente stravolta, trasformandola in abitazione del farista. Oggi la torre è ancora proprietà del Demanio e non accessibile al pubblico.

Durante la Seconda Guerra Mondiale, tutte le aperture ad eccezione dell'ingresso della torre di Manfredonia sono state "murate" in modo da trasformarla in un deposito. Dopo essere stata del tutto abbandonata e vittima di atti vandalici, la torre e il terreno di pertinenza furono comprati da un privato negli anni post-bellici.

5. Conclusioni

Grazie alla comprensione del sistema costruttivo, alla conoscenza dei materiali adoperati e allo studio modulare delle quattro torri costiere, è emerso che il Camilliani ha lasciato un'eredità che ha inciso in maniera più determinante rispetto all'Antonelli ed ai suoi epigoni nel completamento del sistema di fortificazione costiero. Il termine di torre "classico-camilliana", fu coniato dagli storici dell'architettura che riconobbero nel suo operato un valido modello funzionale e costruttivo da seguire. Diversamente, le torri valenciane non si propongono con fattezze esteriori simili, ma entrambe sono figlie di un'unica idea progettuale di controllo e protezione della costa, con caratteristiche intrinseche più affini di quante non si potrebbe affermare ad una prima visione superficiale.

Certamente le torri siciliane sono tipologicamente riconoscibili: ognuna di esse appartiene alla famiglia di "torri di piccola mole" alla quale corrispondono prestabilite dimensioni, proporzioni e una sequenza modulare dettata dalla canna siciliana.

Note

¹ Sono stati adoperati due droni Dronetools quadcopter e octoapter e due macchine fotografiche: fotocamera digitale Sony RX100 II

con una risoluzione di 20.2 MP (dimensione sensore 13.3 x 8.8 mm) con una lunghezza focale tra 28-100 mm (equivalenti a 35 mm); fotocamera digitale Sony a7R octo con una risoluzione di 36.4 MP full frame, sensore CMOS e lenti ZEISS f4 con una lunghezza

focale tra 24-70 mm.

² Si è utilizzata la fotocamera digitale Canon EOS 550D con una risoluzione di 18 MP (dimensione sensore 22.3 x 14.9 mm) e lunghezza focale di 18 mm.

		PERICOLE	TESTURA PARIATA	ELEMENTI ANGOLARI	SETTE VOLTATI	COLLEGAMENTI VERTICALI	CHIUSURE O COPERTURE
SANT'VINCENT	numero	4 ad angolo (x2)		4	1	1	
	materiali	calcareo compatto	armato e mulo di calc	calcareo	armato e mulo di calc	armato munito da mulo di cemento	armato e mulo di calc
	tecniche costruttive	impasto sporgente a conca rovesci e rivestito nella muratura	muratura a sacco con piano interno e esternamente squadrato, riempito da stoglie di vario spessore e rivestito da intonaco interno	arco di armamento della muratura sporgenti rispetto al paramento	volta a conca con geometria a botte e direttore a tutto arco	impianto a chiodella semi rivestito per 1/3 dello spessore murario	al sistema scudo l'estradosso è rivestito da pavimentazione in parte reggiani
	dimensione	da 1 a 2 palmi in altezza e lunghezza	scudato da 1 canna e 1 palmo a 7 palmi	circa 2 palmi in altezza da 2 a 4 palmi in lunghezza e larghezza	1 canna e mezzo (reggii)	di palmi (diametro)	3 palmi (altezza del parapetto)
TORRENOSTRA	numero	4 ad angolo (x2)		4	3	1	
	materiali	calcareo compatto	armato e mulo di calc	calcareo	armato e mulo di calc	armato e mulo di calc	armato e mulo di calc
	tecniche costruttive	arco mediano sporgente appartenenti al coronamento ricurvo nella muratura	muratura a sacco con piano interno e esternamente squadrato, riempito da stoglie di vario spessore e rivestito da intonaco interno	arco di armamento della muratura a filo rispetto al paramento	volta a conca con geometria a botte e direttore a tutto arco	impianto a chiodella rivestito per 1/3 dello spessore murario	al sistema scudo l'estradosso è coronato da una superficie reggiana
	dimensione	da 1 a 2 palmi in altezza e lunghezza	1 canna e 1 palmo	da 1 a 2 palmi in altezza da 2 a 4 palmi in lunghezza e larghezza	1 canna (reggii)	4 palmi (diametro)	6 palmi (altezza del parapetto N.T.)
MANFRIA	numero	3 ad angolo (x2)		4	1	1	
	materiali	calcareo compatto	calcareo a mulo di calc	calcareo	calcareo e mulo di calc	calcareo	calcareo a mulo di calc
	tecniche costruttive	arco mediano sporgente ricurvo nella muratura possedenti agli angoli opposti	muratura a sacco con piano interno e esternamente squadrato, riempito da stoglie di vario spessore e rivestito da intonaco interno	arco di armamento della muratura sporgenti rispetto al paramento	volta a conca ricurva con geometria a botte e direttore a tutto arco	impianto a L rivestito per 1/3 dello spessore murario	al sistema scudo l'estradosso è rivestito da pavimentazione a regge
	dimensione	da 1 a 2 palmi in altezza 1 palmo in lunghezza	2 palmi	da 1 a 2 palmi in altezza da 1 a 2 palmi in lunghezza e larghezza	1 canna e mezzo (reggii)	4 palmi in lunghezza	2 palmi (altezza del parapetto)
SANT'ANNA	numero	3 ad angolo (x2)		4	1	1	
	materiali	basalto lavico	basalto lavico e mulo di calc	basalto lavico	basalto lavico e mulo di calc	basalto lavico rivestito da mulo di cemento e mattonelle	basalto lavico e mulo di cemento
	tecniche costruttive	arco mediano sporgenti ricurvi nella muratura possedenti agli angoli opposti	muratura a sacco con piano interno e esternamente squadrato, riempito da stoglie di vario spessore e rivestito da intonaco interno ed esterno	arco di armamento della muratura sporgenti rispetto al paramento	volta a conca ricurva con geometria a botte e direttore a tutto arco	impianto a L rivestito per 1/3 dello spessore murario	al sistema scudo l'estradosso è rivestito da una superficie reggiana
	dimensione	da 1 a 2 palmi in altezza 1 palmo in lunghezza	2 palmi	da 1 a 2 palmi in altezza da 1 a 3 palmi in lunghezza e larghezza	1 canna e mezzo (reggii)	4 palmi in lunghezza	2 palmi (altezza del parapetto)

Fig. 5 - Comparazione fra gli elementi di fabbrica delle 4 torri analizzate

References

- Maurici F., Fresina A. Militello F. (2009), *Le torri nei paesaggi costieri siciliani (sec. XIII – XIX)*, CRICD, Palermo.
- Soler Estrela A. (2015). “Las torres de defensa del litoral San Vincent (Benicassim) y Torrenostra (Torreblanca). Castellón, Spain. Estudio arquitectónico y constructivo”, in Rodríguez-Navarro, P. (Ed.), *Defensive Architecture of the Mediterranean. XV to XVIII centuries*, Vol. I, Universitat Politècnica de València, pp. 167-174.
- Useli G., D’Amato M. (2015). “La formazione di Giovan Battista Antonelli: note storiche e contesto sociale prima del suo arrivo in Spagna”. in Rodríguez-Navarro, P. (Ed.), *Defensive Architecture of the Mediterranean. XV to XVIII centuries*, Vol. I, Universitat Politècnica de València, pp. 183-190.
- Lo Faro A., Martina M., Santagati C. (2016). “La difesa della costa siciliana nel XVI secolo. La torre di Manfria”. in Verdiani, V. (Ed.), *Defensive Architecture of the Mediterranean. XV to XVIII centuries*, Vol. IV, DidaPress, Firenze, pp. 301-308.
- Rodríguez Navarro, P., Verdiani, G. & T. Gil Piqueras (2015) “Metodología integral para la documentación de las torres de defensa de la costa valenciana (Spain)” in Rodríguez-Navarro, P. (Ed.), *Defensive Architecture of the Mediterranean. XV to XVIII centuries*, Vol. I, Universitat Politècnica de València, pp. 321-328.