



Università degli Studi di Cagliari

DOTTORATO DI RICERCA
TECNOLOGIE PER LA CONSERVAZIONE DEI BENI ARCHITETTONICI E AMBIENTALI
ciclo XVII

TITOLO TESI

**LE TORRI COSTIERE DELLA SARDEGNA NEL MEDITERRANEO:
CRNOTIPOLOGIE DELLE STRUTTURE MURARIE**

Settore scientifico disciplinare di afferenza

ICAR/19

Presentata da: STEFANIA MURRU

Coordinatore Dottorato: PROF. ULRICO SANNA

Tutor: PROF. CATERINA GIANNATTASIO
PROF. SILVANA MARIA GRILLO

Esame finale anno accademico 2014 – 2015

INDICE

<i>Abstract</i>	7
Introduzione	9
1. CONOSCENZA, GENESI ED EVOLUZIONE DEL SISTEMA DI TORRI COSTIERE DELLA SARDEGNA NEL MEDITERRANEO	15
1.1. Lo studio delle torri costiere in Sardegna e nel Mediterraneo occidentale: stato dell'arte	15
1.2. Lo studio delle tecniche costruttive medievali e post-medievali in Sardegna: stato dell'arte	24
1.3. Sistemi di difesa statica nel Mediterraneo Occidentale tra XVI e XVII secolo	28
1.4. Evoluzione del sistema difensivo costiero sardo	42
1.5. Dalla rifunzionalizzazione nel secondo conflitto mondiale ad oggi	47
2. NUOVO APPROCCIO METODOLOGICO A UN TEMA NOTO	52
2.1. Dall'analisi delle fonti alla definizione dei casi studio	55
2.2. Un approccio archeometrico per la lettura delle tecniche costruttive	70
3. RISULTATI	89
3.1. Risultati archeometrici	89
3.1. 1 <i>Tipologia architettonica e caratteri distributivi delle torri costiere della Sardegna</i>	89
3.1. 2 <i>Cronotipologia delle tecniche costruttive murarie</i>	94
3.1. 3 <i>Parametri per la caratterizzazione materica delle murature</i>	103

108	3.2. I casi studio
158	3.3. Riferimenti culturali e scambi di saperi costruttivi in ambito Mediterraneo
158	3.3.1 <i>Gli altri sistemi di torri nel Mediterraneo</i>
165	3.3.2 <i>Il caso della Corsica</i>
PARTE II	
171	4. LE TORRI COSTIERE DELLA SARDEGNA OGGI
175	4.1. Torri in rete, torri nel paesaggio
176	4.2. Accessibilità e fruizione
180	4.3. Linee guida per il progetto di restauro
188	Conclusioni
194	<i>Bibliografia alfabetica</i>
203	<i>Bibliografia tematica</i>
212	<i>Ringraziamenti</i>
214	<i>Appendice schedografica</i>

Abstract:

La ricerca verte sul sistema di torri costiere della Sardegna, la cui realizzazione abbraccia più di cinque secoli (XIII-XVIII sec.) e raggiunge il suo apice tra il XVI secolo e la prima metà del XVII sotto l'impulso della monarchia spagnola. Il processo di fortificazione costiera appare ben documentato nelle fonti archivistiche anche grazie all'istituzione, a partire dal 1583, della Reale Amministrazione delle Torri, ente preposto alla gestione del sistema che produsse, al riguardo, una copiosa documentazione tecnica e amministrativa. Ciò ha reso possibile la datazione filologica di numerose torri e restauri storici ad esse riferiti.

Da questa consapevolezza nasce il desiderio di investigare, in riferimento a questi fabbricati, le caratteristiche costruttive e materiche, ponendo un particolare accento sulle tecniche murarie con l'intento di definire un abaco con valenza cronotipologica. La scelta del tema è stata inoltre rafforzata dall'assenza di studi, riferiti alla Sardegna, orientati alla conoscenza, documentazione e collocazione cronologica delle prassi costruttive adottate per la realizzazione delle strutture murarie. Con la consapevolezza dell'influenza che la Spagna esercitò nella definizione delle tipologie e delle tecniche costruttive murarie nei Paesi che si trovavano sotto il suo dominio (diretto o indiretto), in itinere lo studio si è aperto al confronto tra la Sardegna e altri contesti Mediterranei. Visto l'elevato numero di fabbricati analizzati, si è deciso di strutturare lo studio per distretti omogenei avendo cura altresì di salvaguardare un'ottica onnicomprensiva che tenesse conto della specificità del sistema. A partire da una sistematica indagine in situ sono stati individuati otto casi rappresentativi, selezionati tra le torri appartenenti a un preciso ambito cronologico (XVI-XVII secolo). Nello specifico l'approfondimento ha riguardato le seguenti torri: Porto Giunco (Area di Villasimius-Sarabus), Mezza Spiaggia (Area di Cagliari), San Macario (Area di Teulada-Chia), Capo San Marco (Area di Oristano), Ischia Ruggia (Area di Bosa), Airadu (Area di Alghero), Trabuccato (Area di Stintino-Asinara) e Isola Rossa (Gallura).

Dalla necessità di garantire un approccio sistemico al tema, e quindi di rilevare un elevato numero di episodi, deriva la scelta di integrare strumenti di rilievo più classici con metodologie di rilievo innovative, basate su tecniche acquisite dalla fotogrammetria digitale. Ciò ha consentito di acquisire in tempi relativamente ridotti un soddisfacente numero di dati relativi alle caratteristiche volumetriche dei fabbricati indagati, permettendo di verificare e talvolta confutare le precedenti classificazioni tipologiche. Al contempo la rielaborazione del prodotto derivato dal processo di «fotomodellazione» ha fornito una dettagliata base sulla quale condurre i successivi studi analitici.

Con l'obiettivo di cogliere le numerose sfumature del tema trattato, si è scelto di adottare un protocollo multidisciplinare e integrato: le torri sono state studiate da

un punto di vista storico, architettonico-tipologico, tecnico-costruttivo e minero-petrografico privilegiando un approccio di tipo archeometrico calibrato sulle peculiarità dei casi trattati. La catalogazione, la georeferenziazione e l'inserimento in un sistema informativo territoriale hanno consentito di stabilire un confronto dinamico su più livelli e giungere quindi a una sintesi critica dei risultati ottenuti.

Questo approccio metodologico ha condotto a interessanti risultati e costituisce un piccolo avanzamento nella conoscenza di questi manufatti. In generale, pur tenendo conto della pluralità di soggetti che ne commissionarono la realizzazione, tutte le torri analizzate risultano accomunate dalla scelta di una tipologia di facile realizzazione e di soluzioni tecniche e architettoniche lontane dalla modernità che caratterizzò altri sistemi congeneri. L'adozione di tali soluzioni, comunque rispondente ai basilari requisiti militari, è fortemente influenzata dalla scarsità delle risorse demografiche e materiali nonché dalla necessità di brevi tempi di costruzione. Infatti, una bassa densità di popolazione residente sulle coste dell'Isola e la costante scarsità di risorse finanziarie, sempre aggravata dal disinteresse da parte del governo centrale, non avrebbero giustificato l'adozione di un modello particolarmente dispendioso.

Analogamente, nella realizzazione degli apparecchi murari la necessità di brevi tempi di realizzazione e minimi costi di costruzione rappresentano imperativi comuni. Questi aspetti hanno influenzato la qualità delle malte, spesso non ottimale, e la scelta del materiale lapideo. Anche la tecnica muraria più comunemente adottata, *a cantieri*, è espressione della medesima esigenza poiché consente di sfruttare al meglio il materiale disponibile sul posto, rispondendo a requisiti di natura strutturale e razionalizzando le prassi esecutive. La sistematizzazione dei dati dimensionali riferiti ai *cantieri* ha rivelato la ricorrenza di alcuni valori tale da identificare un'invariante di grande interesse ai fini della collocazione cronologica degli apparecchi. La tessitura appare quasi sempre irregolare, con vari livelli di accuratezza nell'ingranamento e un'estrema eterogeneità dimensionale negli elementi lapidei, condizionata, come atteso, dal livello di lavorabilità del materiale utilizzato. Scrivi qualcosa sui materiali distinti per litologie e composizione di malte

Le conoscenze acquisite nella fase analitica convergono nella proposta di linee guida, mirate a fornire spunti metodologici e riferimenti culturali utili ai fini dell'intervento restaurativo. Inoltre l'approccio multidisciplinare, supportato dall'integrazione di strumenti tecnologici e tecnici innovativi, rivela una metodologia spendibile anche in altri contesti e a una scala più ampia. Infine la classificazione crono-tipologica di un ampio repertorio di tecniche murarie collocate in un contesto cronologico ben definito può rappresentare un importante termine di confronto per la datazione di edifici coevi.

INTRODUZIONE

Nel corso dell'ultimo secolo l'evocativo, quanto complesso, tema delle torri costiere della Sardegna ha suscitato l'interesse di numerosi studiosi. In principio i contributi prodotti sono stati preminentemente orientati alla definizione dei lineamenti storici e, parallelamente, sono state avanzate le prime proposte di schedatura. Solo più di recente, grazie alle importanti ricerche condotte dagli studiosi Gianni Montaldo e Massimo Rassu, oltre agli aspetti puramente storico-critici, sono stati definiti più attentamente i caratteri architettonici e tipologici e i repertori approntati in precedenza sono stati ulteriormente arricchiti con la catalogazione di nuovi esemplari, prima non individuati. Poco spazio è stato però dedicato, in generale, agli aspetti tecnici e costruttivi e non si rilevano, fra le opere analizzate, intenti cronotipologici. Questa considerazione è valida per gli studi sul sistema di avvistamento e difesa costiera, ma può essere estesa anche ad altri contesti tipologici e temporali. Infatti, lo studio delle tecniche costruttive e più nello specifico delle tecniche murarie riferite alla Sardegna non ha prodotto, tranne rare eccezioni, dei repertori sistematici con finalità cronologiche. L'oramai ultradecennale ricerca della Cattedra restauro di Cagliari, che si avvale di apporti multidisciplinari, mira a colmare questa lacuna, giungendo a interessanti risultati in riferimento a contesti urbani, singole architetture e sistemi fortificati.

All'interno di questo orientamento metodologico si inquadra il tema della presente ricerca, volta a indagare prioritariamente gli aspetti tecnici e costruttivi delle torri costiere sarde riferite a un contesto cronologico definito (1500-1650), con particolare riguardo per le tecniche costruttive murarie. Con la consapevolezza dell'influenza che la monarchia spagnola esercitò sulla produzione architettonica dei Paesi sotto il suo dominio, la ricerca si arricchisce anche attraverso l'indagine delle relazioni culturali e delle affinità tipologiche, materiche e costruttive tra le torri sarde e gli esemplari congeneri presenti in altre aree del Mediterraneo.

L'interesse per questa tematica non nasce solo da obiettivi di carattere puramente teorico-conoscitivo, ma dal riconoscimento di finalità applicative riguardanti l'ambito della manutenzione, restauro, conservazione e valorizzazione dei beni culturali in oggetto. Una dettagliata fase analitico - conoscitiva che miri a interpretare, comprendere e documentare le peculiarità costruttive di questi manufatti si rivela, infatti, fondamentale per la definizione di un più maturo intervento restaurativo. Inoltre l'identificazione di invarianti costruttive e la conseguente classificazione e definizione cronologica delle murature esaminate, riferite a manufatti già datati filologicamente, possono costituire un valido riferimento per la comparazione e la successiva datazione di architetture coeve, altrimenti difficili da collocare cronologicamente.

Infatti, l'importante processo di fortificazione delle coste sarde, che abbraccia circa cinque secoli di storia della Sardegna (XIII-XVIII) e conosce il suo periodo più florido durante la dominazione spagnola, è ampiamente documentato dalle fonti d'archivio. In particolare, la preziosa documentazione custodita presso l'*Archivio di Stato di Cagliari*, l'*Archivio di Stato di Torino*, l'*Archivo General de Simancas* e l'*Archivo de la Corona de Aragón* a Barcellona consente di datare filologicamente non solo la fase di impianto, ma anche numerosi restauri storici, oltre a fornire preziose informazioni sulle tecniche e le modalità di esecuzione.

Per questa ragione, la prima fase di approccio al tema ha preso avvio proprio dalla scansione delle fonti indirette (archivistiche, bibliografiche e iconografiche). Dall'intersezione dei dati è derivata l'individuazione delle principali fasi costruttive riferite a queste fabbriche, indispensabile per lo sviluppo della successiva indagine in situ. È seguito un rilievo diretto, sistematico e capillare, esteso a tutto il perimetro costiero fortificato, che ha rappresentato un momento essenziale nel percorso di conoscenza di questi manufatti. In questa fase ci si è avvalsi di tecniche di rilevamento integrate che intrecciano metodologie più classiche con procedimenti fondati sul concetto *SfM o Structure from Motion*. In breve, a partire da un set di immagini, procedendo alla referenziazione automatica in *Cloud Computing*, si ottiene una superficie mesh dotata di *texture*. Il modello tridimensionale, importato in un comune software di modellazione 3D e opportunamente orientato e scalato, consente il superamento delle difficoltà dovute al rilievo di oggetti curvilinei e l'agevole ottenimento di viste accurate su cui condurre i successivi studi analitici e.

A conclusione della prima fase di indagine si è approdati a un inquadramento più definito della tematica in termini cronologici nonché a una più puntuale definizione degli obiettivi della ricerca. È stato scelto, infatti, di circoscrivere l'oggetto di studio a un ambito temporale omogeneo, concentrando l'attenzione sugli esemplari edificati fra il XVI e la prima metà del XVII secolo. Sulla base di palesi affinità dal punto di vista architettonico, geologico e quindi materico sono stati individuati dei distretti geografici con caratteri omogenei, di seguito denominati aree. A questo punto per ogni area è stato eletto un caso studio rappresentativo, mantenendo così una visione globale su tutto il sistema. La scelta dei casi studio è stata altresì influenzata dal grado di accessibilità dei siti, di ispezionabilità e quindi documentabilità dei manufatti. Nello specifico sono state scelte le seguenti torri: **Porto Giunco** (area di Villasimius), **Mezza Spiaggia** (area di Cagliari), **San Macario** (area Teulada-Chia), **Capo San Marco** (area di Oristano), **Ischia Ruggia** (area di Bosa), **Airadu** (area di Alghero), **Trabuccato** (area Stintino-Asinara), **Isola Rossa** (area Gallura) e **Bari** (area Ogliastro).

In seguito all'identificazione dei casi studio si è dato avvio a una seconda fase della ricerca nella quale è stato adottato un protocollo multidisciplinare di tipo archeometrico, volto alla lettura del testo monumentale sotto differenti profili (architettonico, morfologico, archeologico, petrografico, etc.). Come accennato pocanzi, a partire dall'elaborazione del modello tridimensionale è stata prodotta una dettagliata base sulla quale condurre una prima analisi tipologica. La facoltà di acquisire in tempi relativamente ridotti un soddisfacente numero di dati sulle caratteristiche volumetriche dei fabbricati indagati, ha permesso di verificare e, in alcuni casi, confutare le precedenti classificazioni tipologiche. Inoltre l'analisi tipologica è stata improntata alla lettura degli elementi compositivi e dei rapporti proporzionali che vi intercorrono, allo scopo di individuare eventuali moduli costruttivi ricorrenti.

Si è poi proceduto all'identificazione e catalogazione delle unità stratigrafiche mediante l'applicazione di metodologie acquisite dalla ricerca archeologica. La preliminare documentazione filologica del sito e quindi l'individuazione delle competenti fasi costruttive e delle relazioni cronologiche e spaziali che le definiscono nascono dalla volontà di riconoscere e comprendere le trasformazioni che, nel corso dei secoli, hanno interessato questi manufatti. Anche in questo caso l'approccio non esula da finalità operative, generando strumenti utili al concepimento di un progetto di restauro che conferisca uguale dignità a ogni fase, rispettando dunque l'autenticità materiale del manufatto.

La lettura stratigrafica ha assunto una valenza propedeutica per la lettura e l'analisi delle strutture murarie, che rappresentano il cuore di questo lavoro. I campioni murari, attribuiti alla fase di impianto, sono stati analizzati secondo criteri di valutazione formale (morfologici e metrici) e parametri più strettamente legati alla caratterizzazione dei materiali. A questo scopo per ciascun esemplare è stato condotto il rilievo diretto e la restituzione in scala 1:10 di uno o due campioni di dimensione 1m x 1m. Sono state così analizzate e descritte caratteristiche squisitamente morfologiche come forma, la disposizione degli elementi lapidei il tipo di lavorazione superficiale, la loro collocazione e distribuzione in opera, il livello di ingranamento longitudinale e trasversale e la presenza di zeppe e scaglie, la presenza di strati di ripianamento periodici o "cantieri". Al contempo sono stati presi in esame parametri dimensionali quali la dimensione dei lapidei, lo spessore degli orizzontamenti o dei giunti verticali e orizzontali e la proporzione fra questi e gli elementi lapidei.

È stata altresì riservata una grande attenzione allo studio dei materiali rivolgendo un particolare interesse allo studio dei lapidei artificiali (malte, intonaci, materiali impermeabilizzanti) per il loro ruolo centrale nella manifestazione di fenomeni di

degrado e per la significatività che questi rivestono nella lettura delle tecniche e della qualificazione delle maestranze impiegate. A questi sono state rivolte indagini strumentali microdistruttive finalizzate alla definizione della composizione mineralogica degli aggregati e del legante, la distribuzione granulometrica degli inerti e il rapporto legante/aggregato. Attraverso una scelta ragionata dei punti di prelievo, basata sugli esiti derivanti dall'analisi stratigrafica innanzi descritta, si è proceduto all'analisi petrografica in sezione sottile in luce trasmessa polarizzata (OM), alla diffrazione a raggi X su campioni tal quali, alla disgregazione dei lapidei artificiali e infine all'analisi diffrattometrica dei leganti (XRD).

La vasta e sistematica analisi morfologica, metrica e materica ha riguardato 59 partiture murarie, con l'obiettivo di evidenziarne i caratteri ricorrenti e quindi procedere alla loro classificazione con finalità cronotipologiche. La sistematizzazione dei dati in schede, *database*, quadri sinottici e infine mediante lo sfruttamento delle potenzialità dei SIT ha consentito di giungere più agevolmente a risultati di valenza statistica. In tal modo si è garantito il mantenimento di una prospettiva sistemica, rispettosa delle specificità dovuta all'appartenenza di questi manufatti a una rete funzionale sinergica, fatta di connessioni visive, relazioni gerarchiche, nonché di rapporti e riferimenti culturali e tecnico-costruttivi. L'interoperabilità dei dati raccolti e georeferenziati si traduce inoltre nella possibilità di una loro successiva fruizione da parte degli operatori del settore. Tale strumento potrebbe dunque concorrere al superamento di una visione progettuale episodica e slegata dal contesto.

Una delle maggiori criticità rilevate nell'approccio culturale agli interventi più recenti è proprio l'eterogeneità metodologica dell'azione progettuale e, talvolta, la mancata consapevolezza delle peculiarità del sistema e delle relazioni che questo intesse con il paesaggio. Proprio a partire da questa consapevolezza è stata concepita la Parte II del presente lavoro, che si pone l'obiettivo di proporre delle linee guida per il progetto di restauro. In questa chiave la conoscenza delle tecniche costruttive storiche diventa una premessa non solo strategica, ma necessaria alla prassi restaurativa, e conduce a una più consapevole adozione di materiali compatibili e di soluzioni tecniche e tecnologiche in grado di assicurare un comportamento omogeneo nel tempo.

1

**CONOSCENZA, GENESI ED EVOLUZIONE DEL SISTEMA DI
TORRI COSTIERE DELLA SARDEGNA NEL MEDITERRANEO**

1. CONOSCENZA, GENESI ED EVOLUZIONE DEL SISTEMA DI TORRI COSTIERE DELLA SARDEGNA NEL MEDITERRANEO

1.1. Lo studio delle torri costiere in Sardegna, in Italia e nel Mediterraneo occidentale: stato dell'arte

Il suggestivo tema delle torri costiere della Sardegna ha goduto, nell'ultimo secolo, di grande notorietà per la storiografia contemporanea. Essa si è avvalsa del prezioso contributo di illustri studiosi che ne hanno definito i lineamenti storici, tipologici, architettonici etc. L'opera dell'avvocato Giovanni Conteddu¹, *Legislazione passata e vigente e atti di amministrazione illustrativi sulle torri litoranee della Sardegna*, pubblicata nel 1912, apre la fortunata serie di pubblicazioni sul tema affrontandolo da un punto di vista economico-giuridico.

Seguono contributi di carattere preminentemente storico fra i quali spicca, nel 1957, l'opera dello studioso Evandro Pillosu, *Le torri litoranee della Sardegna*², frutto di un'attenta indagine delle fonti archivistiche e di una prima ricognizione sistematica del litorale sardo, rappresentata graficamente, in appendice, dalla bella *Carta delle Torri Litoranee di Sardegna* (Fig.01). Qui, con una grafica semplice quanto efficace, è indicata la corretta ubicazione dei fortificati, la suddivisione amministrativa e l'elenco dei documenti nei quali le torri sono citate, oltre a una precisa indicazione di quelle abbandonate o riformate, delle piazze fortificate e delle guardie. Pochi anni dopo lo stesso autore pubblica anche *Un inedito rapporto cinquecentesco sulla difesa costiera di Marco Antonio Camos*³ che riporta un manoscritto del Capitano Camos, pressoché sconosciuto, custodito dall'Archivo General de Simancas, ricco di preziosi particolari di immenso valore documentario sulla posizione, la distanza reciproca e il contesto socio-economico in cui le torri erano inserite. Agli stessi anni si riferisce anche l'opera dello studioso Jesús Ernest Martínez Ferrando, *Un plan de defensa militar de Cerdeña en el año 1618*⁴, anch'essa di carattere prevalentemente storico.

Qualche decade più tardi l'illustre e poliedrico intellettuale Foiso Fois pubblica *Torri spagnole e forti piemontesi in Sardegna*⁵ che contiene gli esiti di una accurata ricognizione del litorale sardo e una prima schedatura delle torri appartenenti al sistema. Ciascuna torre censita è documentata da una fotografia o da una rappresentazione grafica in prospettiva, alcune note storiche e una prima proposta di datazione. Nella parte iniziale l'autore accenna una prima proposta di classificazione tipologica. Sempre in quegli anni in *Arte e cultura del '600 e del '700 in Sardegna* Piero Castelli pubblica *La progettazione del sistema territoriale di difesa*⁶.

Per riconoscere un taglio più spiccatamente architettonico bisogna attendere il 1992 con la pubblicazione dell'opera di Gianni Montaldo, *Le torri costiere della Sardegna*⁷, nella quale lo studioso raccoglie il frutto di un lungo lavoro di visita e rilievo delle torri,

1 G. CONTEDDU, *Legislazione passata e vigente e atti di amministrazione illustrativi sulle torri litoranee della Sardegna*, Sassari 1912.

2 E. PILLOSU, *Le torri litoranee della Sardegna*, Cagliari 1957.

3 E. PILLOSU, *Un inedito rapporto cinquecentesco sulla difesa costiera di Marco Antonio Camos*, in *Nuovo bollettino bibliografico sardo e archivio delle tradizioni popolari*, IV, n. 21, 22, 23, 24, 1959 e V, n. 25, 1960.

4 J. E. MARTÍNEZ FERRANDO, *Un plan de defensa militar de Cerdeña en el año 1618* in *Studi storici in onore di Francesco Loddo Canepa*, vol. I, 1959, pp. 139-146.

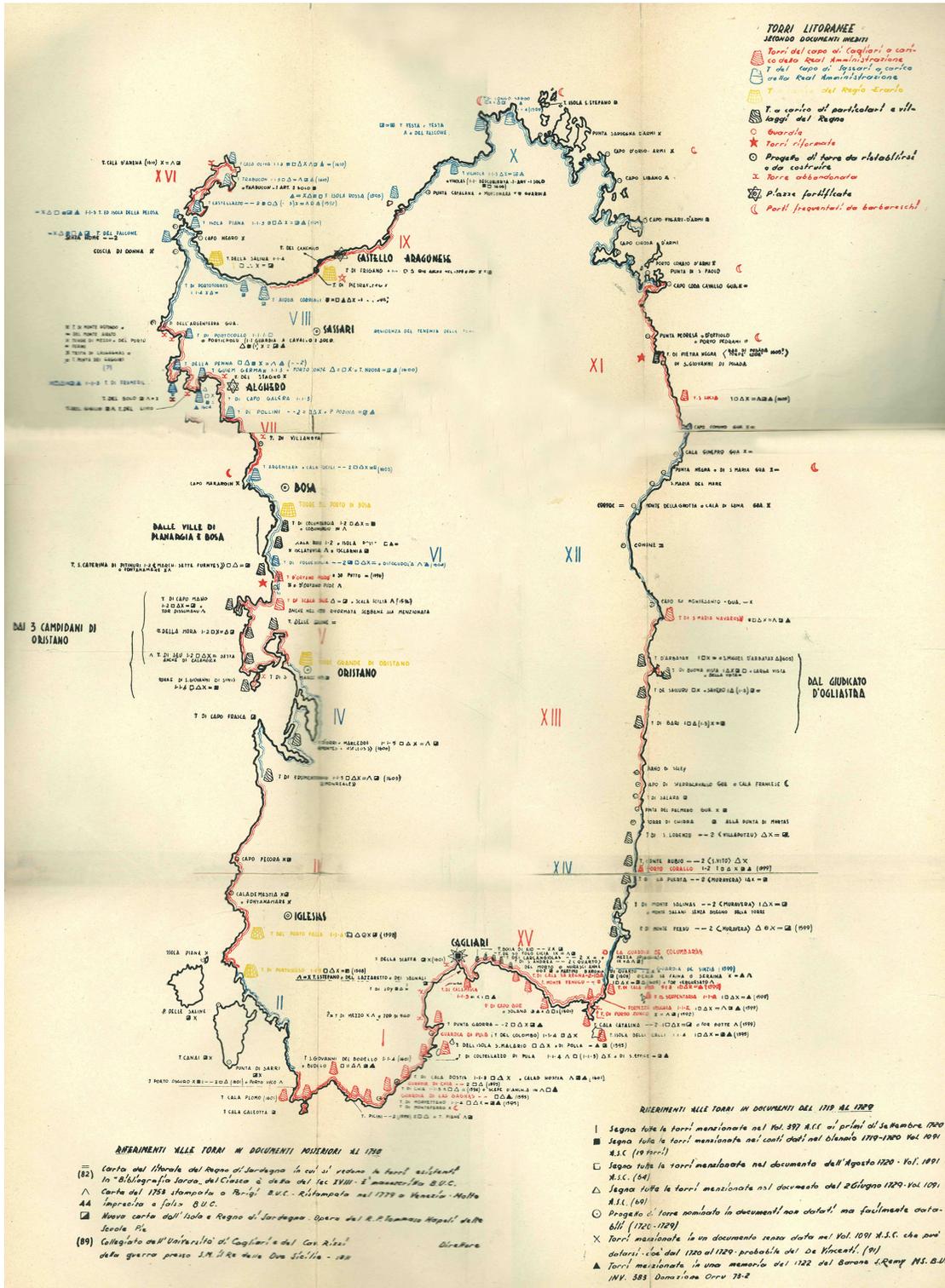
5 F. FOIS, *Torri spagnole e forti piemontesi in Sardegna: contributo alla storia dell'architettura militare*, Cagliari 1981.

6 P. CASTELLI, *La progettazione del sistema territoriale di difesa*, in *Arte e cultura del '600 e del '700 in Sardegna*, Napoli 1984.

7 G. MONTALDO, *Le torri costiere della Sardegna*, Sassari 1992.

Nella pagina seguente:

Fig. 01. Carta delle Torri Litoranee di Sardegna, in E. PILLOSU, *Le torri litoranee della Sardegna*, Cagliari 1957.



documentato attraverso eidotipi e schede sintetiche che, oltre alle note storiche, riportano la datazione proposta, alcune informazioni circa il materiale prevalente e lo stato di conservazione nonché il livello di accessibilità al sito. Le schede sono precedute da una sezione introduttiva in cui figurano gli apporti dell'illustre studioso Francesco Cesare Casula e del geologo Giovanni Barroccu. Seguono numerose opere e contributi a nome dello stesso autore⁸. Sempre al 1992 si riferisce anche l'opera di Flavio Russo⁹, che si inserisce all'interno di una collana di pubblicazioni sui sistemi di torri costiere di diverse regioni d'Italia, pubblicate, a nome dello stesso autore, dall'Ufficio storico dello Stato maggiore dell'Esercito¹⁰.

Fra i recenti autori di opere monografiche sulle torri costiere si annovera poi lo studioso Giuseppe Mele, autore di diversi contributi tra i quali spicca *Torri e cannoni*¹¹, pubblicato nel 2000. Il carattere dell'opera è prevalentemente storico, con interessanti informazioni relative alle fasi edificatorie, al contesto socio-economico e geopolitico di riferimento e ai soggetti che amministravano il sistema.

Un prezioso contributo alla conoscenza delle torri costiere sarde è offerto, negli stessi anni, dallo studioso Massimo Rasso. Se già la *Guida alle torri e forti costieri*¹² mostra un interessante e nutrito apparato di schede sintetiche sulle torri con notizie di carattere storico e architettonico, *Sentinelle del mare*¹³ appare un'opera più matura, frutto di un lungo lavoro di ricognizione delle fonti storiche e di rilievo *in situ*. La monografia è articolata in una prima sezione introduttiva che delinea i caratteri generali delle torri, con un accento sugli aspetti architettonici, tipologici e costruttivi, e un dettagliato corredo di schede, suddivise per periodi storici coincidenti con le più significative fasi edificatorie. Le schede, cuore dell'opera, contengono oltre alle note storiche e a una proposta di datazione, informazioni circa i restauri antichi, lo stato di conservazione, le caratteristiche architettoniche e tipologiche e alcune indicazioni sull'accessibilità ai siti.

L'ultima opera monografica sul sistema è *Guida alle torri costiere della Sardegna. Mille*

8 Fra questi si segnala G. MONTALDO, *Forti e Torri Costiere*, in *Le Architetture fortificate della Sardegna centro-meridionale. Atti della Giornata di Studio, Cagliari 16 ottobre 1999*; G. MONTALDO, B. PANI, *Le torri costiere: un formidabile sistema di difesa del Regno di Sardegna nella Corona di Spagna*. In B. ANATRA ET ALII (a cura di), *Contra moros y turcos. Politiche e sistemi di difesa degli stati mediterranei della corona di Spagna in Età Moderna*. Atti del Convegno internazionale di studi Villasimius-Baunei 20-24 settembre 2005, Dolianova 2010, v. 2, p. 759-766; G. MONTALDO, *Apprestamenti difensivi costieri*, in T.K. KIROVA (a cura di), *Arte e cultura del'600 e del '700 in Sardegna*, Napoli 1984.

9 F. RUSSO, *La difesa costiera del Regno di Sardegna dal XVI al XIX secolo*, Roma 1992.

10 Fra queste si citano: F. RUSSO, *Le torri vicereali anticorsare della costa d'Amalfi, Immagini e suggestioni della guerra di corsa*, Amalfi 2002; F. RUSSO, *La difesa costiera del Regno di Sicilia dal XVI al XIX secolo*, Roma 1994, tomo I e II; F. RUSSO, *La difesa costiera dello Stato dei Reali Presidi di Toscana dal XVI al XIX secolo*, Roma 2002; F. RUSSO, *Le torri costiere del Regno di Napoli: la frontiera marittima e le incursioni corsare tra XVI ed il XIX secolo*, Napoli 2009; F. RUSSO, *La difesa costiera dello Stato pontificio dal XVI al XIX secolo*, Roma 1999; F. RUSSO, *La difesa costiera del Regno di Napoli dal XVI al XIX secolo*, Roma 1989.

11 G. MELE, *Torri e cannoni*, Sassari 2000.

12 M. RASSU, *Guida alle torri e forti costieri*, Cagliari 2000.

13 M. RASSU, *Sentinelle del mare. Le torri della difesa costiera della Sardegna*, Dolianova 2005. Massimo Rasso inoltre è autore di numerosi contributi sul tema fra i quali si segnalano: M. RASSU, *Quelle fortezze progettate al risparmio salvarono la Sardegna dai pirati*, in *Informazione, Periodico dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Cagliari*, 1999, n. 83, pp. 18-23; M. RASSU, *Itinerario nel Capo Carbonara*, in *Sardegna Magazine New*, dicembre 1995, p. 19; M. RASSU, *Serpentara, l'epopea di una torre*, in *Sardegna Magazine New*, ottobre 1995, p. 16; M. RASSU, *I 400 anni della Torre di Portoscuso*, in *Sardegna Magazine New*, giugno 1995, p. 11; M. RASSU, *Itinerario costiero nel Sinis*, in *Sardegna Magazine New*, aprile 1995, p. 14; M. RASSU, *La Torre di Porto Paglia*, in *Sardegna Magazine New*, maggio 1994, p. 11; M. RASSU, *Il forte sabaudo di Sant'Antioco*, in *Sardegna Magazine New*, marzo 1994, p. 11.

anni di incursioni barbaresche di Edoardo Altara¹⁴, pubblicata nel 2007. La struttura è consueta: a una sezione introduttiva segue un nutrito corredo di schede sulle torri che riportano notizie di carattere prevalentemente storico, con interessanti dati dimensionali e la corretta localizzazione geografica.

Numerose sono anche le pubblicazioni monografiche che prendono in esame torri singole o gruppi di torri. Fra queste si segnala l'opera dell'ing. Gabriele Tola dedicata a Torre Grande¹⁵, che costituisce un prezioso documento dell'intervento di restauro operato sul fabbricato negli anni '90 per opera della Soprintendenza Belle Arti e Paesaggio per le province di Cagliari, Oristano, Medio Campidano, Carbonia-Iglesias, Ogliastra.

Un respiro più ampio si riconosce in *Contra Moros y Turcos*¹⁶, frutto del Convegno internazionale di studi tenutosi a Villasimius e Baunei nel settembre 2005 che, pur incentrandosi sulla Sardegna, dirige l'attenzione anche verso altre realtà del Mediterraneo. Anche in questo caso le ricerche presentate si inquadrano prevalentemente in ambito storico, ma non mancano anche apporti di carattere socio economico e architettonico.

L'interesse sul tema delle torri costiere della Sardegna da parte di ricercatori afferenti a diversi ambiti disciplinari è stato anche recentemente confermato dalla vivace partecipazione alla *International Conference on Modern Age fortifications of the western Mediterranean coast* tenutasi a Valencia a ottobre 2015, nei cui atti figurano numerosi interessanti contributi sulle torri costiere sarde¹⁷. Come testimoniato dal successo riscosso dalla conferenza appena menzionata sulla comunità scientifica internazionale, anche in ambito Mediterraneo il tema delle torri costiere ha da sempre destato l'interesse di numerosi studiosi, sebbene anche in questo caso sia stato privilegiato un punto di vista storico.

Se rivolgiamo l'attenzione alla penisola italiana è indubbiamente all'illustre studioso Vittorio Faglia che dobbiamo la pionieristica analisi dei sistemi di torri costiere con una preziosa produzione (che copre un arco cronologico di circa 25 anni) di contributi

14 E. ALTARA, *Guida alle torri costiere della Sardegna. 1000 anni di incursioni barbaresche*, Cortona 2007.

15 G. TOLA, *La Gran Torre d'Oristano*, Cagliari 2003. Inoltre a titolo esemplificativo, ma non esaustivo, si segnalano le seguenti opere inerenti le torri costiere: M.G. MELE, G. SERRELI (a cura di), *Sarrabus: torri, mare e territorio: la difesa costiera dalle incursioni barbaresche*, Dolianova 2007; A. LOCHE, F. MANCA COSSU, *Torri costiere della Provincia di Oristano: storia immagini progetti di riuso, catalogo della mostra a cura di Mena Manca Cossu, Alberto Loche*, Cabras 2002; S. GANGA, G.M. MURONI, P.G. VACCA, *L'alcaidia delle torri: la torre di Bosa e il sistema difensivo costiero della Planargia e Montiferru nei secoli XVI e XVII*, catalogo della mostra, Bosa 1997.

16 B. ANATRA, G. MELE, G. MURGIA, *Contra moros y turcos. Politiche e sistemi di difesa degli stati mediterranei della corona di Spagna in Età Moderna. Atti del Convegno internazionale di studi Villasimius-Baunei 20-24 settembre 2005*, Dolianova 2008.

17 M.G.R. MELE, *Verso la creazione di sistemi e sub-sistemi di difesa del Regno di Sardegna: piazzeforti, galere e prime torri nella prima metà del Cinquecento*, in P. RODRÍGUEZ NAVARRO (a cura di), *Defensive architecture of the Mediterranean*, op. cit., vol. 1, pp. 117-124; S. NOCCO, *Torri e piazzeforti nella Sardegna moderna. Fonti cartografiche e documentarie nella lettura delle trasformazioni territoriali del paesaggio costiero sardo tra XVI e XVIII secolo*, in P. RODRÍGUEZ NAVARRO (a cura di), *Defensive architecture of the Mediterranean*, op. cit., vol. 1, pp. 139-146; D. VACCA, *Le torri costiere del Regno di Sardegna: costruzione, danni e restauri*, in P. RODRÍGUEZ NAVARRO (a cura di), *Defensive architecture of the Mediterranean*, op. cit., vol. 2, pp. 327-332; G. CARCANGIU ET ALII, *Geomaterials and decay forms of the coastal towers of Piscinni and Foghe, Western Sardinia*, in P. RODRÍGUEZ NAVARRO (a cura di), *Defensive architecture of the Mediterranean*, op. cit., vol. 2, pp. 345-352; S. COLUMBU, G. CARCANGIU, F. SITZIA, *The ancient mortars and geomaterials of tower fortification of Nora (Pula, Sardinia, Italy)*, in P. RODRÍGUEZ NAVARRO (a cura di), *Defensive architecture of the Mediterranean*, op. cit., vol. 2, pp. 357-364; P. MELONI ET ALII, *Durability of repair mortars used in restoration of a Sardinian coastal tower: assessment after ten years*, in P. RODRÍGUEZ NAVARRO (a cura di), *Defensive architecture of the Mediterranean*, op. cit., vol. 2, pp. 397-404.

Capitolo 1

scientifici sul tema¹⁸, spesso pubblicati nella rivista *Castella*¹⁹. Le opere del Faglia contengono interessanti informazioni di carattere storico, ma anche delle prime proposte di classificazione tipologica estese alle torri appartenenti ad alcuni areali geografici italiani.

Di indubbio interesse per l'apporto alla conoscenza delle torri costiere italiane è anche l'opera dello studioso Flavio Russo, autore di numerose pubblicazioni monografiche riferite alle torri di diversi areali²⁰ (territori storicamente inclusi nel Regno di Napoli, nel Regno di Sicilia, nel Regno di Sardegna, nello Stato Pontificio e nello Stato dei Reali Presidi di Toscana). L'inquadramento è di carattere storico-militare, ma non mancano accenni alle tecniche costruttive e ai caratteri tipologici e architettonici, oltre a interessanti spunti comparativi fra i diversi areali.

Un taglio più divulgativo si riconosce all'opera di Pier Giorgio Leonardi, *Le torri costiere d'Italia*²¹, che attraverso un resoconto del viaggio compiuto lungo le coste italiane, racconta le torri costiere descrivendone l'architettura, l'ambiente geografico e la storia, rivisitata attraverso il racconto di antiche leggende attinte dal patrimonio della memoria popolare. Un ampio corredo iconografico arricchisce l'opera.

Fra i sistemi costieri italiani, un'attenzione particolare è stata rivolta allo studio delle torri del **Regno di Napoli**, trattato da molteplici punti di vista. Fra gli autori più illustri che hanno affrontato questo tema, concentrandosi su tutto il Regno o su specifici areali, si citano Riccardo Cisternino²², Lucio Santoro²³, Luigi Marino²⁴, Franco Strazzullo²⁵, Mirella Mafri²⁶, Roberto Caprara²⁷, Vito Cardone²⁸.

Delle torri del **Regno di Sicilia** si sono occupati, fra gli altri, Salvatore Mazzarella e

18 V. FAGLIA, *Contributo alla conoscenza delle torri costiere in Terra di Bari*, in *Castella*, n. 9, Roma 1970; V. FAGLIA, *La difesa anticorsara in Italia dal 16. secolo: le torri costiere, gli edifici rurali fortificati*, in *Castella*, n. 10, Roma 1974; V. FAGLIA, *Le torri costiere della provincia di Basilicata. Schede delle torri - Torre Filocaio a Maratea, ricognizione 1970, restauro 1972*, in *Castella*, n. 12, Roma 1975; V. FAGLIA, *Visita alle torri costiere nelle province d'Abruzzo, 1598-1976*, in *Castella*, n. 13, Roma 1977; F. BRUNO, V. FAGLIA, G. LOSSO, A. MANUELE, *Censimento delle torri costiere nella Provincia di Terra d'Otranto. Indagine per il ricupero nel territorio*, in *Castella*, n. 14, Roma 1978; V. FAGLIA, *Visita alle torri costiere di Capitanata (1594-1976)*, in *Castella*, n. 15, Roma 1977; V. FAGLIA, *Tipologia delle torri costiere di avvistamento e segnalazione in Calabria Citra in Calabria Ultra dal 12. Secolo, Vol. I: Ricognizioni - Vol. II: schedatura*, in *Castella*, n. 28-29, Roma 1984; V. FAGLIA, L. MAZZON, *Costruzione dell'archivio automatico, valutazione automatica degli oneri di restauro e riuso: censimento delle torri costiere del Regno di Napoli*, in *Castella*, n. 33, Roma 1986; V. FAGLIA, *24 restauri di torri costiere. Pianificazione interregionale per il ricupero delle torri costiere del Regno di Napoli*, in *Castella*, n. 32, Roma 1986.

19 *Castella* è una collana di pubblicazioni monografiche sui temi dell'architettura fortificata edita dall'Istituto Italiano dei Castelli.

20 Cfr. note 9 e 10.

21 P.G. LEONARDI, *Le torri costiere d'Italia*, Firenze 1991.

22 R. CISTERMINO, *Torri costiere e torrioni del Regno di Napoli (1521-1806)*, in *Castella*, n. 15, Roma 1977.

23 L. SANTORO, *Le torri costiere della Campania*, in *Napoli Nobilissima*, VI, 1967, p. 39.

24 L. MARINO, *La difesa costiera contro i Saraceni e la visita del marchese di Celenza alle torri di Capitanata*, Campobasso 1977.

25 F. STRAZZULLO F., *Documenti per la storia di castelli e torri nel Regno di Napoli*, Sorrento 1992.

26 M. MAFRI, *La difesa delle coste meridionali nei secoli XVI-XVII: tecnici e tecnologie*, in *Annali del Centro Studi Antonio Genovesi*, I, 1988, pp. 31-106.

27 In AA.VV., *Le torri costiere per la difesa anticorsara nella provincia di Taranto*, Firenze-Taranto 1982.

28 V. CARDONE, *Sul disegno delle Torri Costiere del Regno di Napoli*, in *De' castelli di pietra e di ... cristallo*, Tricesimo 20-21 novembre 1998, Udine 1998, p. 108.

Renato Zanca²⁹, Ferdinando Maurici³⁰ e Salvina Fiorilla³¹. Particolarmente interessante ai fini di questo lavoro si è rivelato l'articolo di Giuseppe Scaturro³², incluso nel primo volume dell'*Atlante delle tecniche costruttive tradizionali* curato da Giuseppe Fiengo e Luigi Guerriero, che affronta il tema delle torri costiere cinquecentesche siciliane curandone, nello specifico, gli aspetti legati alle tecniche costruttive murarie.

Sulle torri erette dalla **Repubblica di Genova** nel litorale ligure esistono alcuni interessanti studi condotti recentemente dall'Università di Genova³³. Inoltre, sempre in riferimento a questo areale, si segnala l'opera di Riccardo De Maestri³⁴, ancora attuale e ricca di interessanti spunti di carattere storico e considerazioni generali sui caratteri tipologici e costruttivi. Una puntuale catalogazione delle torri della Riviera di Ponente, arricchita da rilievi dettagliati e fotografie, costituisce il cuore di questo interessante studio.

Anche le torri edificate nei territori inclusi nel **Granducato di Toscana** sono state oggetto di numerosi studi sia di carattere prevalentemente storico e divulgativo³⁵, che orientati all'indagine di aspetti architettonici e paesaggistici³⁶. Fra questi ultimi si segnala l'opera di Rino Manetti³⁷, un'interessante catalogazione riferita al litorale toscano e arricchita da meticolosi rilievi.

Una particolare attenzione è stata rivolta anche alle torri del **litorale laziale** i cui studi hanno alimentato una copiosa produzione scientifica. Fra gli autori più illustri si segnalano Giovanni Maria De Rossi³⁸ e Maria Rosaria Coppola³⁹.

29 S. MAZZARELLA, R. ZANCA, *Il libro delle Torri, le torri costiere di Sicilia nei secoli XVI-XX*, Palermo, 1985.

30 F. MAURICI, A. FRESINA, F. MILITELLO (a cura di), *Le torri nei paesaggi costieri siciliani (secoli XIII-XIX)*, Palermo 2008; F. MAURICI, A. MORABITO, R. ALONGI, *Il sistema delle torri costiere del trapanese: un segno della storia mediterranea*; F. MAURICI, *Le difese costiere della Sicilia (secoli VI-XV)*, in *Castrum 7: zones côtières littorales dans le monde méditerranéen au Moyen Âge ... - (Collection de l'École française de Rome)*, Rome-Madrid 2001.

31 S. FIORILLA, *Strutture fortificate sulle coste della Sicilia*, in *Sicilia Archeologica*, n. 71, 1989, pp. 7-40.

32 G. SCATURRO, *Tecniche e materiali delle torri costiere cinquecentesche siciliane*, in G. FIENGO, L. GUERRIERO, *Atlante delle tecniche costruttive tradizionali: lo stato dell'arte, i protocolli della ricerca, l'indagine documentaria: atti del 1. e del 2. Seminario nazionale*, Napoli 2003.

33 L. COGORNO, M.L. FALCIDIENO ET ALII (a cura di), *Le torri costiere dell'imperiese. Riflessioni sulla conoscenza, la valorizzazione e il recupero delle strutture difensive e di avvistamento*, Genova 2009; M.L. FALCIDIENO, *Le torri di avvistamento ed il sistema di comunicazione. La costa ligure tra Rapallo e Portofino*, in M. GIOVANNINI, E.D. COLISTRA (a cura di), *Spazi e culture del Mediterraneo. Mediterraneo, commercio, contaminazione, paesaggio, città, culto, difesa, texture, design*, Ricerca Prin 2003-2005, Roma 2006, pp. 517-520.

34 R. DE MAESTRI, *Opere di difesa del secolo XVI nella riviera di Ponente*, in *Quaderni dell'Istituto di elementi di architettura e rilievo dei monumenti a Genova*, n. 5, Genova 1971.

35 A. GUARDUCCI, M. PICCARDI, L. ROMBAI, *Torri e fortezze della Toscana tirrenica: storia e beni culturali*, Livorno 2014; M. NALDINI, D. TADDEI, *Torri, castelli, rocche, fortezze. Guida a mille anni di architettura fortificata in Toscana*, Firenze 2003; I.BAGGIOSI, *Le torri costiere della Toscana: un affascinante itinerario lungo il litorale toscano alla scoperta di quei singolari monumenti che per secoli garantirono la sicurezza degli stati costieri: un viaggio a ritroso nel tempo, attraverso vicende storiche, testimonianze e leggende di coloro che vissero e lottarono attorno a questi antichi baluardi*, Roma 1988.

36 G. GUERRINI (a cura di), *Torri e castelli della provincia di Grosseto (Amministrazione Provinciale di Grosseto)*, Siena 1999.

37 R. MANETTI, *Le torri costiere del litorale toscano. Loro territorio e antico ruolo di vigilanza costiera*, Firenze 1991.

38 G.M. DE ROSSI, *Torri costiere del Lazio*, Roma 1971; G.M. DE ROSSI, *Le torri costiere del Lazio: un itinerario lungo le opere di fortificazione della costa laziale. Le battaglie, le leggende, i personaggi, gli eroismi di una vicenda plurisecolare rivissuta attraverso la testimonianza di questi giganti silenziosi*, Roma 1984.

39 M. R. COPPOLA, *Le torri costiere del territorio pontino: la costa da S. Felice Circeo a Terracina*, Roma 1994.

Ai fini della conoscenza delle torri del **litorale spagnolo**, un importante contributo è stato offerto da Alicia Camara Muñoz⁴⁰, illustre autrice di studi sull'arte e l'architettura dell'età moderna, con speciale attenzione per l'architettura militare. L'approccio è prettamente storico, ma la sua opera contiene anche interessanti spunti per la classificazione tipologica oltre ad importanti riferimenti cronologici. Sempre in ambito storico si inquadrano gli studi di Juan Francisco Pardo Molero⁴¹, relativi all'areale valenciano. Di notevole rilevanza ai fini di questa ricerca appaiono gli studi condotti in ambito archeologico da José Luis Menéndez Fueyo e Francisco Javier Jover Maestre⁴² nei quali si colgono interessanti proposte di lettura cronotipologica riferite prevalentemente all'areale di Alicante. Nello stesso ambito disciplinare si inquadra anche l'opera di Rodrigo Valdecantos⁴³, riferita però al litorale andaluso.

Al contrario di quanto si è riscontrato per altri areali del Mediterraneo, sulle torri costiere della **Corsica** non esiste un'abbondante produzione scientifica, fatta eccezione per alcune opere di carattere storico di grande interesse ai fini della datazione di questi fabbricati. Fra queste si segnalano gli studi svolti da Carlo Aru⁴⁴, Ambroise Ambrosi⁴⁵,

40 Della preziosa e copiosa produzione scientifica dell'autrice si citano: A. CAMARA MUÑOZ, *Las torres del litoral en el reinado de Felipe II. Una arquitectura para la defensa del territorio (I)*, in *Espacio, Tiempo y Forma*, 1990, v. 3; A. CAMARA MUÑOZ, *Las torres del litoral en el reinado de Felipe II. Una arquitectura para la defensa del territorio (y II)*, in *Espacio, Tiempo y Forma*, 1991, v. 4; A. CAMARA MUÑOZ, *Los guardianes del mar: fortificaciones, torres y atalayas en la costa valenciana (s. XVI)*, in J. F. VERA (a cura di), *Jornadas del Bicentenario de Torreveja, 1803-2003. Universidad de Alicante*, 2005, p. 218.

41 J.F. PARDO MOLERO, J.J. RUIZ IBÁÑEZ, *Una monarquía, dos reynos y un mar. La defensa de los reinos de Valencia y Murcia en los siglos XVI y XVII*, in R. CANCELILA, *Mediterraneo in armi (secc. XV-XVIII)*, tomo II, Palermo 2007; J.F. PARDO MOLERO, *La defensa del imperio. Carlos V, Valencia y el Mediterráneo*, Madrid 2001.

42 J.L. MÉNENDEZ FUEYO, *Estudio arqueológico de las torres de defensa costera en la provincia de Alicante*, Tesis de Licenciatura, 3 tomos, Original Mecanoscrito, Universidad de Alicante, Alicante 1996; J.L. MÉNENDEZ FUEYO, *Guardianes de la frontera costera. El sistema de torres del Sinus Illicitanus en el siglo XVI*, in *Santa Pola, arqueología y museo*, Alicante 2012; J.L. MÉNENDEZ FUEYO, *Centinelas de la costa: torres de defensa y de la huerta de Alicante*, Alicante 1997; J.L. MÉNENDEZ FUEYO, *Guardianes del miedo. El sistema de defensa de la huerta marítima de Alicante durante el siglo XVI*, in P. RODRÍGUEZ NAVARRO, (a cura di), *Defensive architecture of the Mediterranean, XV to XVIII centuries. Proceedings of International Conference on Modern Age fortifications of the western Mediterranean coast-FORTMED*, Valencia 15-18 ottobre 2015, 2015, vol. II; J.L. MÉNENDEZ FUEYO, *La red de torres para la defensa del litoral costero en la provincia de Alicante durante el siglo XVI. Una propuesta de evolución cronotipológica*, in *Mil Anos de Fortificações na Península Ibérica e no Magreb (500-1500)*, Simposio Internacional sobre los Castelos (Palmela), 2002, pp. 733-759; J.L. MÉNENDEZ FUEYO, *Conquistar el miedo, dominar la costa. Arqueología del paisaje de la defensa de la costa en la provincia de Alicante (siglos XIII-XVI)*, Tesis doctoral, 2 volúmenes, Universidad de Alicante, Alicante 2014; J.L. MÉNENDEZ FUEYO, F. J. JOVER MAESTRE, *Torres de la huerta y costa en el siglo XVI. El ejemplo de la ciudad de Alicante*, in *IV Congreso de Arqueología Medieval Española*, Alicante 1993, Tomo II, pp. 505-515; J.L. MÉNENDEZ FUEYO, F. J. JOVER MAESTRE, *Estudi arqueològic de les torres de l'horta d'Alacant al segle XVI*, *Butlletí de la Associació Arqueològica de Castelló*, Castellón de la Plana 1993, n. 13, pp. 23-30; J.L. MÉNENDEZ FUEYO, J. JOVER MAESTRE, *Hacia una tipología de las torres de la huerta de Alicante en el siglo XVI*, in *I Congreso de Castellología Ibérica*, Aguilar de Campoo, 1994, pp. 385-404.

43 R. VALDECANTOS, *Las torres de almenara del litoral de la provincia de Cádiz (las torres de marina). Estudio tipológico y consideraciones terminológicas*, in *Estudios de historia y de arqueología medievales*, n. XI, 1996, pp. 481-501; R. VALDECANTOS, *La reciente restauración de torres de vigía en el litoral gaditano: de respeto ocioso al utilitarismo mixtificador*, in *Estudios de historia y de arqueología medievales*, n. 10, 1994, pp. 257-307; R. VALDECANTOS, *Las torres de vigía de la bahía de Gibraltar*, in *Actas del Congreso Internacional "El Estrecho de Gibraltar"*, Ceuta 1987, vol. 2, 1988, pp. 425-452.

44 C. ARU, *La difesa litoranea della Corsica durante il periodo genovese*, Cagliari 1927.

45 A. AMBROSI, *La défense de la Corse sous la nomination génoise*, in *Revue de la Corse*, n. 48, 1937.

Antoine Marie Graziani⁴⁶, Anna Maria Salone e Fausto Amalberti⁴⁷. Recentissimi gli studi orientati all'analisi delle tecniche costruttive e svolti dal nostro gruppo di ricerca in collaborazione con l'Università di Firenze che sono confluiti in una interessante tesi di laurea⁴⁸ e in diverse pubblicazioni⁴⁹.

Infine in riferimento alle torri maltesi si segnalano due opere che affrontano genericamente il tema delle fortificazioni⁵⁰.

In conclusione, dall'analisi delle opere dedicate alla tematica in esame, in riferimento alla Sardegna emerge un panorama molto ricco che ha costituito una preziosa base per questo lavoro. Numerosi sono i contributi che affrontano il sistema nella sua totalità, con un ampio spazio dedicato alla schedatura. Soprattutto nelle opere più recenti questa appare molto accurata e si avvale di un'approfondita scansione delle fonti archivistiche i cui dati derivanti, una volta sistematizzati, hanno permesso di datare filologicamente la maggior parte dei fabbricati e numerosi restauri storici ad essi relativi. Inoltre particolare cura è stata in generale riservata alla rappresentazione grafica dei fortificati, a partire dalle raffinate viste prospettiche del Fois che inquadrano le torri nel paesaggio, fino ai rilievi sistematici del Montaldo o del Rassu che forniscono sommarie informazioni dimensionali. Come si è detto, poco spazio è stato riservato allo studio e all'analisi delle tecniche costruttive. Facendo tesoro dei precedenti contributi che hanno arricchito il percorso di conoscenza su queste preziose testimonianze del nostro passato, la cattedra di restauro dell'Università di Cagliari porta avanti da diversi anni studi orientati alla conoscenza di questi manufatti, approfondendo aspetti finora poco indagati, orientati

46 A.M. GRAZIANI, *Les tours littorales*, Ajaccio 1992.

47 A.M. SALONE, F. AMALBERTI ET ALII, *La Corse, image et cartographie*, Ajaccio 1992.

48 P.R. ALTAMURA, *Torri costiere della Corsica del sud*, Tesi di laurea discussa nella Facoltà di Architettura, Università degli Studi di Firenze, aprile 2014.

49 S. MURRU, *Cerdeña y Córsega: intercambios de saberes constructivos en la fabricación de las torres costeras*, in S. HUERTA, F. LÓPEZ ULLOA (a cura di), *Actas del Octavo Congreso Nacional de historia de la construcción, Madrid 9-12 ottobre 2013*, Madrid 2013, vol. 2, p. 760; S. MURRU, *Investigating 500-year-old coastal towers in Sardinia and Corsica: a multi-disciplinary research protocol*, in W. ADDIS (a cura di), *Proceedings of the ICE – Engineering History and Heritage*, 167-2, 2014, pp. 88-99; P. R. ALTAMURA, *Torri costiere del sud della Corsica*, in *Castellum*, Roma 2015, n. 56, pp. 62-63; P. R. ALTAMURA, *Research on construction techniques of the "genoise" coastal towers in southern Corsica (built between XVI and XVII century)*, in P. RODRÍGUEZ NAVARRO, (a cura di), *Defensive architecture of the Mediterranean, XV to XVIII centuries. Proceedings of International Conference on Modern Age fortifications of the western Mediterranean coast-FORTMED*, Valencia 15-18 ottobre 2015, 2015, vol. II, pp. 243-250.

50 A. HOPPEN, *The fortification of Malta by the Order of St. John 1530-1798*, Great Britain 1979.

alla conoscenza delle tecniche costruttive e, più nello specifico, alle tecniche murarie⁵¹ con finalità cronotipologiche.

Infine, per ciò che concerne le opere riferite ad altre realtà statuali nel Mediterraneo è interessante rilevare come il tema abbia avuto, anche in questo caso, notevole fortuna. In generale è stato privilegiato un taglio storico, ma non mancano interessanti letture di aspetti architettonici e tipologici, talvolta, come nel caso dello studioso Ménéndez Fueyo, con finalità cronologiche. Molto spazio è stato riservato dalla produzione bibliografica di settore ai repertori turrati del Regno di Napoli, del Regno di Sicilia e del Granducato di Toscana, talvolta come nel caso delle opere del Russo, con interessanti spunti comparativi.

1.2. Lo studio delle tecniche costruttive medievali e post-medievali in Sardegna: stato dell'arte

La ricognizione della produzione scientifica degli ultimi decenni riferita alle tecniche costruttive della Sardegna ha messo in luce una cronica carenza di studi sistematici sul tema, contribuendo quindi ad acuire l'interesse per questo ambito di ricerca. Ciò appare

⁵¹ Si inseriscono in questo filone di studi numerosi contributi su prestigiose riviste o convegni. Fra questi si citano: C. GIANNATTASIO, S.M. GRILLO, *Dating techniques through the characterization of materials. XVI century South Sardinian Coast defense towers*, in J.L. RUVALCABA SIL, J. REYES TRUJEQUE, J.A. ARENAS ALATORRE, A. VELÁZQUEZ CASTRO (a cura di), *Proceedings of the 2nd Latin-American Symposium on Physical and Chemical Methods in Archaeology, Art and Cultural Heritage Conservation. Selected papers archaeological and arts issues in materials science - LASMAC & Archaeological and Arts Issues in Materials Science* (Cancun, Quintana Roo, Mexico, 16-20 agosto 2009), Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Autónoma de Campeche, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Mexico 2010, pp. 146-152; C. GIANNATTASIO, S.M. GRILLO, *Traditional masonry techniques and characterization of materials: the Mezzaspiaggia tower (Cagliari, Sardinia)*, in MAARTEN A.T.M. BROEKMANS (a cura di), *10th ICAM Proceedings - International Council for Applied Mineralogy* (Trondheim, Norway, 1-5 august 2011), Library of the Geological Survey of Norway, Trondheim 2011, pp. 245-253; C. GIANNATTASIO, S.M. GRILLO, *The Mezzaspiaggia tower (Cagliari-Italy): the dating of structures by the metrological-chronological analysis of masonry and the petro-geochemical stratigraphy of building materials*, in I. TURBANTI MEMMI (a cura di) *Proceedings of the 37th International Symposium on Archaeometry* (Siena, May 12th-16 2008), Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg 2011, pp. 489-494; C. GIANNATTASIO, S. M. GRILLO, *On-site and laboratory investigation on the 16th-17th century masonries: The Foxi defensive tower - Sardinian Cagliari Gulf*, in R. TYKOT (a cura di), *Proceedings of the 38th International Symposium on Archaeometry, May 10th-14th, Tampa, Florida, Open Journal of Archaeometry*, 1 e 13, 2013, pp. 63-67; C. GIANNATTASIO, *Cap. I. Quadro conoscitivo*, in AA.VV., *Manuale tecnico degli interventi sulla fruizione dei siti fortificati. For Access. Accessibilità sostenibile e gestione comune delle fortificazioni difensive*, Genova 2013, pp. 12-29; S. MURRU, *Cerdeña y Córsega: intercambios de saberes constructivos en la fabricación de las torres costeras*. In S. HUERTA, F. LÓPEZ ULLOA (a cura di), *Actas del Octavo Congreso Nacional de historia de la construcción, Madrid x-x ottobre 2013*, Madrid 2013, vol. 2, p. 760; C. GIANNATTASIO, S.M. GRILLO, S. MURRU, *The Western Sardinian coast defensive towers (16th-17th century): an interdisciplinary approach for the chronological definition of masonries*, in G.T. PAPANIKOS (a cura di), *Proceedings of 4th Annual International Conference on Architecture (Athens, July 7-10), ATINER conference papers series No. ARC 2014-1095*, Athens Institute for Education and Research, Athens 2014, pp. 3-17; S. MURRU, *Investigating 500-year-old coastal towers in Sardinia and Corsica: a multi-disciplinary research protocol*, in W. ADDIS (a cura di), *Proceedings of the ICE-Institution of Civil Engineers-Engineering History and Heritage*, 167:2, 2014, pp. 88-99; S. MURRU, *Affinities in construction techniques of a unitary project: the coastal towers of the Asinara Island (Sardinia)*, in P. RODRÍGUEZ NAVARRO (a cura di), *Defensive architecture of the Mediterranean. XV to XVIII centuries. Proceedings of International Conference on Modern Age fortifications of the western Mediterranean coast-FORTMED, Valencia 15-18 ottobre 2015*, Valencia 2015, vol. 2, pp. 243-250.

ancor più vero se ci si riferisce agli studi riguardanti l'architettura cinquecentesca⁵².

Infatti in linea generale la letteratura scientifica sarda ha concentrato la propria attenzione prevalentemente sugli aspetti storico-tipologici dell'attività edificatoria riferita all'epoca tardo-medievale e post-medievale, mentre tematiche legate ai saperi costruttivi e a una loro lettura in termini cronotipologici risultano ad oggi in parte inesplorate o comunque si configurano come studi episodici, privi di quell'approccio sistematico che ha caratterizzato gli studi di altre aree italiane.

Un'interessante eccezione è rappresentata dall'attività di ricerca di Maria Giovanna Putzu⁵³, in cui spicca la recente monografia *Tecniche costruttive murarie medievali. La Sardegna*⁵⁴, nono volume della prestigiosa *Collana di Storia della tecnica edilizia e restauro dei monumenti* fondata da Giovanni Carbonara e diretta da Daniela Esposito. L'opera nasce con l'obiettivo di fornire uno strumento di conoscenza storico-tecnica riferito all'architettura medievale della Sardegna auspicando quindi un miglioramento della qualità progettuale.

Ugualmente degna di nota è la collana dei *Manuali del recupero dei centri storici della Sardegna*⁵⁵ predisposti, su iniziativa della Regione Sardegna, dal Dipartimento di Architettura dell'Università di Cagliari in collaborazione con il Dipartimento di Architettura e Pianificazione dell'Università di Sassari ai fini di fornire uno strumento atto a supportare la fase attuativa del Piano Paesaggistico Regionale. Nei manuali, articolati in macro-areali con caratteri omogenei, lo sguardo verso l'attività edificatoria si rivolge alle caratteristiche del sistema insediativo, le culture abitative e i caratteri tipologici e costruttivi, con accenni sul degrado e sulle buone pratiche per il recupero. La lettura delle tecniche costruttive murarie ha però un obiettivo prevalentemente progettuale, senza fini crono-tipologici, e assume un ruolo marginale nel contesto dell'opera.

52 C. GIANNATTASIO, *Lo stato dell'arte sullo studio delle tecniche costruttive in Sardegna*, in V. PRACCHI, *Lo studio delle tecniche costruttive storiche: stato dell'arte e prospettive di ricerca*, Como 2008, pp. 53-57.

53 M.G. PUTZU, D. ESPOSITO, *Tecniche costruttive*, in *Instruments and Methodologies for Cultural Heritage Conservation and Valorisation*, 2012, pp. 58-65; M.G. PUTZU, 2009, *Tecniche costruttive murarie medievali in Sardegna fra il X e il XV secolo*, in S. HUERTA, R. MARÍN, R. SOLER, A. ZARAGOZA (a cura di), *Actas del VI Congreso Nacional de Historia de la construcción*, Valencia, 21-24 ottobre 2009, Valencia 2009, pp. 1125-1135; M.G. PUTZU, *Tecniche costruttive medievali in Sardegna fra il X e il XV secolo: persistenze e innovazioni*, in C. VARAGNOLI (a cura di), *Muri Parlanti. Prospettive per l'analisi e la conservazione dell'edilizia storica*, Atti del Convegno, Pescara 26-27 Settembre 2008, Firenze 2009, pp. 91-102; M.G. PUTZU, *Interpretazioni fra le antiche mura sarde*, in *Recuperare l'edilizia*, Milano 2009, n. 59, pp. 41-45; M.G. PUTZU, *Ricomposizione e ricostruzione dei partiti architettonici degli edifici antichi: metodologie a confronto*, in *ARKOS scienza e restauro dell'architettura*, n.s., V, 7, Firenze 2004, pp. 16-21; M.G. PUTZU, *Progetto archeologico, progetto architettonico*, in *ARKOS scienza e restauro dell'architettura*, n.s IV, 5, Firenze 2003, pp. 18-25; M.G. PUTZU, *Estratto della tesi Testimonianze del gotico arborense, problemi di conservazione (1250-1350)* in *Bollettino della Biblioteca della facoltà di architettura dell'Università degli studi di Roma 'La Sapienza'*, Roma 2002, pp. 174-175.

54 M.G. PUTZU, *Tecniche costruttive murarie medievali. La Sardegna*, Roma 2015.

55 C. ATZENI, *Architettura delle colline e degli altipiani centro-meridionali*, I *Manuali del recupero dei centri storici della Sardegna*, Roma 2009; G. ORTU, A. SANNA, *Atlante delle culture costruttive della Sardegna. Le geografie dell'abitare*, Roma 2009;

G. ORTU, A. SANNA, *Atlante delle culture costruttive della Sardegna. Approfondimenti*, Roma 2009; A. SANNA, *Il Sulcis e l'Iglesiente, l'edilizia diffusa e i paesi*, I *Manuali del recupero dei centri storici della Sardegna*, Roma 2009; A. SANNA, F. CUBONI (a cura di), *Architettura in pietra delle Barbagie, dell'Ogliastra, del Nuorese e delle Baronie*, I *manuali del recupero dei centri storici della Sardegna*, Roma 2009; A. SANNA, C. ATZENI (a cura di), *Architettura in terra cruda dei Campidani*, del Cixerri e del Sarrabus, I *Manuali del recupero dei centri storici della Sardegna*, Roma 2009; U. SANNA, M. ACHENZA (a cura di), *Il manuale tematico della terra cruda*, I *manuali del recupero dei centri storici della Sardegna*, Roma 2009; U. SANNA, C. ATZENI (a cura di), *Il manuale tematico della pietra*, I *manuali del recupero dei centri storici della Sardegna*, Roma 2009.

In ambito archeologico si segnala poi l'attività di ricerca condotta dal gruppo coordinato da Marco Milanese⁵⁶, orientata prevalentemente allo studio di contesti archeologici medievali e post-medievali⁵⁷. Al medesimo gruppo di ricerca appartiene anche la giovane studiosa Alessandra Uргу, le cui produzioni scientifiche si inquadrano specificamente nel settore dell'archeologia dell'architettura e riguardano le chiese rurali del nord Sardegna⁵⁸. Si cita inoltre, per le numerose affinità con il presente studio, l'interessante approccio della studiosa Laura Lai⁵⁹, il cui lavoro, applicato prevalentemente ad architetture religiose, affersisce sempre all'ambito della ricerca archeologica e approfondisce tematiche inerenti il rilievo tridimensionale con tecniche fotogrammetriche e la documentazione attraverso sistemi informativi territoriali.

Di grande interesse anche l'apporto fornito alla conoscenza delle tecniche costruttive di epoca medievale e post-medievale in Sardegna dagli studi dell'architetto Gabriela

⁵⁶ Marco Milanese è Professore Ordinario di Archeologia e insegna negli Atenei di Sassari e Pisa, dopo essere stato docente a Genova, Siena-Arezzo e Cagliari. Da tempo impegnato in progetti di archeologia medievale e post-medievale riguardanti la Sardegna e direttore di numerose campagne di scavo nell'Isola, si è occupato nello specifico di archeologia urbana ad Alghero, di archeologia del potere e di incastellamento a Bosa, Monteleone Rocca Doria e Castelsardo. Di recente ha avviato un interessante progetto sui villaggi abbandonati della Sardegna tra Medioevo ed Età Moderna.

⁵⁷ All'interno della copiosa e preziosa produzione scientifica del prof. Marco Milanese, costituita ad oggi da oltre 500 pubblicazioni, si segnalano, per la loro particolare utilità ai fini di questo studio, i seguenti contributi: M. MILANESE, *Archeologia delle piazzeforti spagnole della Sardegna nord-occidentale (Alghero Bosa e Castelsardo)*, in *Archeologia Postmedievale*, vol. 13, pp. 141-170; M. MILANESE, *Post-Medieval Archaeology in Italy: general issues and ten years of researches (1995-2005)*, in J. UNWIN, *Specialization and fragmentation-Interpretation of processes in Sheffield's metalworking industries*, Firenze 2007, pp. 41-50; M. MILANESE, *Paesaggi rurali e luoghi del potere nella Sardegna medievale*, in *Archeologia Medievale*, XXXVII, 2010, pp. 247-258; M. MILANESE, *Alghero: archeologia di una città medievale*, in *Archeologia postmedievale: società, ambiente, produzione*, 1998, vol.2, n. 2, pp. 9-54; M. MILANESE, *Castelsardo: archeologia di una fortezza dai Doria agli Spagnoli*, Sassari 2010; M. MILANESE, *Recherches récentes d'archéologie médiévale en Corse, Patrimoine d'une île*, in *Archeologia medievale: cultura materiale, insediamenti, territorio*, 1996, vol. 23, pp. 786-789. Milanese è inoltre direttore di diverse collane di pubblicazioni archeologiche e nel 1997 ha fondato e dirige la rivista internazionale di studi 'Archeologia Postmedievale'.

⁵⁸ A. URGU, *San Michele di Murusas. La conoscenza di un villaggio medievale scomparso attraverso lo studio della sua chiesa*, in M. MILANESE (a cura di), *QUAVAS IV*, Firenze in stampa; A. URGU, *Le chiese rurali del nord-ovest della Sardegna. Il contributo dell'archeologia dell'architettura nello studio dei villaggi medievali scomparsi*, in A. LUONGO, M. PAPERINI (a cura di), *Medioevo in formazione II, tra ricerca e divulgazione*, vol. IV, Livorno 2014, pp. 78-87.

⁵⁹ L. LAI, *Archeologia dell'Architettura e Tecnologie per lo studio dell'insediamento umano medievale e post-medievale: le chiese rurali della bassa valle del Cedrina (Sardegna)*, Tesi di dottorato in Scienze e tecnologie per l'archeologia e i beni culturali, Università degli Studi di Ferrara, ciclo XXVII, 2015; L. LAI, *Archeologia dell'Architettura nella città di Bosa*, in A. MATTONI, M.B. COCCO (a cura di), *Bosa. La città e il suo territorio dall'età antica al mondo contemporaneo*, Atti del Convegno di Studi (Bosa, 24-25 ottobre 2014), in stampa; L. LAI ET ALII, *3D Recording and Total Archaeology: from Landscapes to Historical Buildings*, in *International Journal of Heritage in the Digital Era*, 2012, vol. 1, n. 3, pp. 443-460.

Frulio⁶⁰, funzionario della Soprintendenza per i Beni Architettonici, il Paesaggio, il Patrimonio Storico, Artistico ed Etnoantropologico di Sassari e Nuoro. Nella stessa direzione si inseriscono alcuni contributi redatti da Bruno Billeci⁶¹, ricercatore della Facoltà di Architettura dell'Università di Sassari.

In questo panorama appare quanto mai pertinente citare il contributo al tema apportato dalla Cattedra di Restauro dell'Università di Cagliari, da anni impegnata nello studio delle tecniche costruttive storiche attraverso un approccio metodologico che coniuga l'analisi indiretta, basata sull'interpretazione critica delle fonti, all'analisi diretta, svolta con criteri stratigrafici e archeometrici. A questo proposito, per quanto attiene all'arco cronologico analizzato, si segnalano diversi indirizzi di ricerca che hanno prodotto

60 Fra le numerose pubblicazioni dell'arch. Frulio si segnalano: G. FRULIO, *Tecniche costruttive della Sardegna medioevale: il monumento come fonte per la conoscenza*, in *La civiltà giudicale in Sardegna nei secoli 11^a-13^a*. Atti del Convegno nazionale: fonti e documenti scritti. Sassari, Aula magna dell'Università, 16-17 marzo 2001; Usini, Chiesa di Santa Croce, 18 marzo 2001, Sassari 2002; G. FRULIO, *L'organizzazione del cantiere e della produzione edilizia ad Alghero nel 17^a secolo*, Firenze 2001; G. FRULIO, *Applicazione e risultati della lettura metrologica su alcuni edifici basso-medievali della Sardegna*, in P.L. ABATANGELO ET ALII (a cura di), *Alétes: miscellanea per i settant'anni di Roberto Caprara*, Massafra 2000; G. FRULIO, *Maestranze e cantiere edilizio nella Sardegna medievale: marche lapidarie di cottimo e di posizione*, in S. ANGIOLILLO, M. GIUMAN, A. PASOLINI (a cura di), *Ricerca e confronti 2006: giornate di studio di archeologia e storia dell'arte*, Cagliari 2007; G. FRULIO, *Tecniche costruttive medievali: Alghero: segni della cultura materiale*, in *Almanacco gallurese*, 2001, vol. 9, pp. 60-61; G. FRULIO, *Tecniche costruttive medievali in Sardegna: lo studio degli edifici in stato di crollo*, in *Santa Maria di Curois in territorio di Monteleone: studi e restauri di un edificio allo stato di rudere*, Sassari 2006, pp. 9-16; G. FRULIO, *L'utilizzo delle cave di pietra da calce e da gesso in Sardegna nell'età post-medievale*, in *Archeologia postmedievale: società ambiente produzione*, 2003, n. 7.

61 B. BILLECI, *Per un atlante del romanico in Sardegna. Materiali e tecniche costruttive tra fondazioni e restauri (primi esiti della ricerca)*, in S. TOCCO ET ALII (a cura di), *Le risorse lapidee in Sardegna. Dal recupero ambientale alla valorizzazione*, Cagliari 2008; B. BILLECI ET ALII, *Uso del granito a Tempio Pausania: un approccio multidisciplinare*, in V. BADINO, G. BALDASSARRE (a cura di), *Le risorse lapidee dall'antichità ad oggi in area mediterranea*, Atti del Convegno, Canosa di Puglia (Bari) 25-27 settembre 2006, Bari 2006; B. BILLECI, *Traditional construction techniques and structural damage. Sardinian historic buildings*, in R. AMOËDA, S. LIRA, C. PINEIRO (a cura di), *Historic Structures and Disasters, Proceedings of 7th International Scientific Conference*, 5-8 novembre 2003, Cluj 2003; B. BILLECI ET ALII, *The instrumental reading schemas about quality of masonry to ensure their conservation. First results of a research in Sardinia (Italy)*, in R. AMOËDA, S. LIRA, C. PINEIRO (a cura di), *REHAB 2014, Proceedings of the International Conference on preservation, maintenance and rehabilitation of historical buildings and structures*, Tomar, Portugal, 19-21 march 2014, Barcelos 2014, pp. 917-926.

interessanti risultati e riguardano lo studio di contesti urbani⁶², architetture religiose⁶³ e architetture fortificate⁶⁴. È in quest'ultimo filone che si inserisce il presente lavoro.

1.3. Sistemi di difesa statica nel Mediterraneo Occidentale tra XVI e XVII secolo

Per comprendere meglio il processo storico-politico che condusse, tra il XVI e il XVII secolo, alla sistematica fortificazione delle coste della Sardegna sotto l'impulso della monarchia spagnola occorre inquadrarlo in un contesto geopolitico mediterraneo; infatti, solo rinunciando a una prospettiva unilaterale si può ricostruire il ruolo che il Regno di Sardegna assunse in questo momento storico.

In seguito al matrimonio tra Isabella di Castiglia e Ferdinando II d'Aragona detto anche 'Il Cattolico' (1479) e la conseguente unificazione dei due regni, l'Isola passò dal dominio aragonese a quello più propriamente spagnolo. Il loro governo e quello del loro successore Carlo V (1516-1556) coincise con l'espansionismo dell'Impero Ottomano nel Mediterraneo che inasprì la contrapposizione tra il blocco franco-turco e quello spagnolo. Lo scontro si concretizzò in una serie di imprese militari a carattere tattico e nella conquista di un sistema di presidi nel Nord Africa⁶⁵ con lo scopo di assicurare i

62 C. GIANNATTASIO, *Chrono-typological analysis of earthen masonries: some case-studies in Southern Sardinia*, in *Terra 2012, XIth International Conference on the Study and Conservation of Earthen Architectural Heritage*, Lima 2013; C. GIANNATTASIO, D.R. FIORINO, S.M. GRILLO, G. VACCA, *Conservation and valorization of historical building: the case-study of Stampace quarter in Cagliari (Sardinia, Italy)*, in R. AMOËDA, S. LIRA, C. PINHEIRO (a cura di), *Heritage 2012. Proceedings of the 3rd International Conference on Heritage and Sustainable Development*, Porto (Portugal) June 19-22 2012, Barcelos (Portugal) 2012, pp. 1777-1786; C. GIANNATTASIO, V. PINTUS, M. PORCU, P. SCARPELLINI, *L'analisi del patrimonio edilizio. Cronologia delle strutture e caratteri costruttivi*, in C. GIANNATTASIO, P. SCARPELLINI, *Proposte per Stampace. Idee per un piano di conservazione del quartiere storico cagliaritano*, Roma 2009, pp. 49-54; D.R. FIORINO, C. GIANNATTASIO, S.M. GRILLO, V. PINTUS, M. PORCU, M. SCHIRRU, *Knowledge and dating for preservation of historical and cultural significance of the building: the case study of the medieval Castello quarter in Cagliari (XVII-XIX century)*, in R. AMOËDA, S. LIRA, C. PINHEIRO (a cura di), *Rehab 2015. Proceedings of the 2nd International Conference on Preservation, Maintenance and Rehabilitation of Historical Buildings and Structures*, Porto (Portugal) 22-24 July, Barcelos (Portugal) 2015, pp. 523-534.

63 D.R. FIORINO, C. GIANNATTASIO, S.M. GRILLO, *Interpretare le stratigrafie. Malte e intonaci nelle chiese rurali della Sardegna*, in *Materiali e strutture*, vol. 8, in press; C. GIANNATTASIO, S.M. GRILLO, G. VACCA, *The medieval San Francesco convent in Cagliari: from the architectural, material and historical-stratigraphical analysis to the information system*, in *International Journal of Heritage in the Digital Era*, ISPRS Annals, vol. 3, n. 2, 2014, pp. 413-429; C. GIANNATTASIO, V. PINTUS, *Il complesso claustrale di San Francesco a Stampace in Cagliari. Archeologia dell'architettura per il progetto di restauro*, in *Arkos*, n. 3, 4, serie V, 2013, pp. 51-72; C. GIANNATTASIO, S.M. GRILLO, V. PINTUS, *Time and Material. Interdisciplinary study for dating St. Francesco convent in Cagliari (XVIII century)*, in G.T. Papanikos (a cura di), *ATINER Architecture. Proceedings of 5th Annual International Conference on Architecture (Athens, 6-9 July 2015)*, Atene (Greece) in stampa.

64 C. GIANNATTASIO, V. PINTUS, L. FENU, *Disegnare il presente sulle tracce del passato. Restauro e riuso del Castello Siviller di Villasor*, in V. FORAMITTI, E. LUSSO (a cura di), *Fortificazioni, memoria, paesaggio. Convegno scientifico in occasione dei cinquant'anni di attività dell'Istituto Italiano dei Castelli. 1964-2014*, Bologna 27-29 novembre 2014, Udine 2014, p. 124.

65 «La ocupación de Melilla (1497) y las futuras conquistas de Mazalquivir (1505), Orán (1509), Bicerta, Bugía, Trípoli y los peñones de Velez de Gomera y Argel (1510). (...) En 1516, ya en época del Emperador Carlos V, el Mediterráneo occidental era un espacio bastante seguro para los intereses españoles al haber conseguido que los actuales países de Marruecos, Argelia y, en menor medida, Túnez fueran territorios sin salida directa al mar, al controlar los principales fondeaderos» cfr. M.A. DE BUNES IBARRA, *Los presidios en el Norte de África, primer escudo de defensa contra el corso y la expansión otomana*, in B. ANATRA ET ALII (a cura di), *Contra moros y turcos. Politiche e sistemi di difesa degli stati mediterranei della corona di Spagna in Età Moderna*. Atti del Convegno internazionale di studi Villasisimus-Baunei 20-24 settembre 2005, Dolianova 2010, v. 1, p. 338.

traffici commerciali nel Mediterraneo occidentale, limitare il pericolo della guerra 'di corsa' e arginare l'espansione turca⁶⁶, particolarmente temibile in seguito alla presa di Otranto nel 1480.

La strategia dell'impero spagnolo si rivelò però presto inefficace: il suo insuccesso fu siglato dalla sconfitta di Algeri (1541) e la perdita di Tunisi e La Goulette (1570), importanti presidi spagnoli nel Nord Africa. A partire da questo momento la politica spagnola sposò la pratica difensiva statica delle torri litoranee⁶⁷ che vedrà la sua massima espressione sotto il regno di Filippo II (1556-1598).

Tale modello di difesa prevedeva la realizzazione o l'attivazione di numerosi sistemi costituiti da diverse centinaia di torri costiere, organizzate a loro volta in "sub-sistemi" facenti capo alla piazzeforti cittadine. La loro funzione era principalmente quella di impedire l'approvvigionamento di acqua dolce da parte del nemico, vigilare sulla sicurezza del mare e della terra attraverso segnali di fuoco e di fumo, impedire lo sbarco di vascelli nemici e quindi il saccheggio dei villaggi, l'assalto dei percorsi o il rapimento di persone⁶⁸. La loro costruzione fu quasi sempre realizzata a spese di ogni singolo Regno e gestita dagli amministratori locali, ma rientrava all'interno di una politica di difesa unitaria decisa in sede del Consiglio di Guerra o del Consiglio di Stato⁶⁹.

Il modello di difesa adottato doveva rispondere in qualche modo a due esigenze complementari cui il governo centrale doveva far fronte: da una parte la necessità di assicurare la tutela del territorio dalle minacce esterne, dall'altra parte assicurare il controllo dei vari regni, prevenire eventuali tensioni interne e assicurare la coesione sociale⁷⁰. La 'frontiera' costiera costituiva quindi un elemento di unione tra i vari regni, anche quelli più periferici poiché ne assicurava la difesa contro il nemico comune⁷¹. La monarchia spagnola, con Carlo V e con il suo successore Filippo II, fu la prima in Europa a dotarsi di un complesso apparato burocratico finalizzato alla gestione dei mezzi finanziari e militari mobilitati nei conflitti. In altre parole l'organizzazione della guerra e della difesa fu uno strumento di centralizzazione del potere e il sintomo di un'evoluzione della struttura statale verso una monarchia amministrativa di tipo moderno⁷².

Con il mutamento degli ordinamenti statali, si assistette anche alla profonda trasformazione della struttura sociale e all'abbandono della frammentarietà del potere politico, che era stata prerogativa dell'organizzazione feudale e che tuttavia sopravvisse

66 Ivi, p. 335.

67 Cfr. F.C. CASULA, *Il pericolo franco-turco nel Regno di Sardegna in epoca moderna*, in B. ANATRA ET ALII (a cura di), *Contra moros y turcos. Politiche e sistemi di difesa degli stati mediterranei della corona di Spagna in Età Moderna*. Atti del Convegno internazionale di studi Villasimius-Baunei 20-24 settembre 2005, Dolianova 2010, v. 1, p. 99.

68 A. CAMARA MUÑOZ, *Las torres del litoral en el reinado de Felipe II: Una arquitectura para la defensa del territorio (I)*, in *Espacio, Tiempo y Forma*, 1990, v. 3, p. 94.

69 M.G. MELE, *Mare, uomini e terre di frontiera*, in M.G. MELE, G. SERRELLI (a cura di), *Sarrabus. Torri, mare e territorio*, Dolianova 2007, p. 89.

70 G. MUTO, «*Del mirar le forze proprie*». *Il sistema di fortificazioni nel Mezzogiorno spagnolo nella prima età moderna*, in B. ANATRA ET ALII (a cura di), *Contra moros y turcos. Politiche e sistemi di difesa degli stati mediterranei della corona di Spagna in Età Moderna*. Atti del Convegno internazionale di studi Villasimius-Baunei 20-24 settembre 2005, Dolianova 2010, v. 1, pp. 31-48.

71 «*La identificación de la Monarquía de los Habsburgo hispanos con el catolicismo intransigente y militante fue un poderoso elemento de cohesión entre las poblaciones ibéricas más allá de sus propias peculiaridades. Implicaba la institucionalización de las pulsiones hacia la sociedad monofesional que estaban plenamente presentes en amplios sectores de la población en la Baja Edad Media. No se trataba sólo de un punto de contacto político interior, sino de una manera de ver la política exterior como un espacio de proyección en gran parte confesional*». In J.F. PARDO MOLERO, J.J. RUIZ IBÁÑEZ, *Una monarquía, dos reynos y un mar. La defensa de los reinos de Valencia y Murcia en los siglos XVI y XVIII*, in R. CANCELA, *Mediterraneo in armi (secc. XV-XVIII)*, tomo II, Palermo 2007, p. 436.

72 A. MATTONE, *Le istituzioni militari*, in B. ANATRA, A. MATTONE, R. TURTAS, *L'età moderna: dagli aragonesi alla fine del dominio spagnolo*, Milano 1989, pp. 65-107.

negli Stati italiani⁷³. Portando avanti la sua strategia centralizzatrice, la Corona spagnola intensificò gli scambi con questi territori, privilegiando in particolare quelli in cui aveva instaurato il proprio dominio che, come noto, si estendeva sul Regno di Sardegna, Regno di Sicilia, Regno di Napoli, Stato dei Reali Presidi della Toscana e Ducato di Milano e promosse un'operazione sistematica di fortificazione delle coste mediterranee dalle proporzioni colossali. Intrattenne inoltre rapporti finanziari privilegiati con la Repubblica di Genova⁷⁴, con il Granducato di Toscana e lo Stato Pontificio.

Fortemente rappresentativo è il caso del **Regno di Napoli** sul quale La Corona spagnola esercitò il proprio potere attraverso un'amministrazione vicereale, che assicurava la stabilità difensiva. «*Gli ordini sovrani venivano recepiti dal Consiglio di Stato, con sede a Madrid, e, poi, trasmessi al Consiglio Collaterale, ai Reggenti della Cancelleria, alla città di Napoli, ai castellani ed alle università, per valutare e favorire l'accertamento e il perfezionamento dell'assetto difensivo stabilito, di cui il viceré era il supervisore*»⁷⁵.

Il meridione della penisola, insieme alla Sicilia e a Malta, costituiva la cerniera mediana di protezione del Mediterraneo centro-occidentale dagli attacchi turchi⁷⁶. Fu questa la ragione che spinse al concepimento di un sistema di torri costiere (1563) per la realizzazione delle quali furono rapidamente mobilitate ingenti risorse finanziarie e umane provenienti prevalentemente dalle 'università' costiere.

Fu sotto Filippo II che nel Regno di Napoli venne progettato un sistema di torri di avvistamento e difesa sulla base di quanto precedentemente proposto dal viceré Pedro Álvarez de Toledo y Zúñiga durante il regno di Carlo V. Non si trattava di un'idea nuova poiché già in precedenza erano state realizzate torri di avvistamento e difesa, ma per la prima volta con il governo spagnolo venne concepito un sistema unitario ad integrazione e potenziamento di quello esistente e costituito da torri collegate visivamente (torri semaforiche)⁷⁷. Il tratto di costa che fu oggetto di maggiore attenzione fu quello adriatico, più esposto agli attacchi turchi, soprattutto nella seconda metà del XVI secolo⁷⁸.

«Un'apposita commissione, formata da un alto funzionario, un ufficiale di artiglieria, un pilota di navi, un ingegnere militare, un appaltatore di fortificazioni ed un disegnatore topografo, dopo l'attenta perlustrazione dell'intero perimetro costiero del Regno, aveva fornito delle schede dettagliate ed aggiornate allo scopo di incrementare il sistema difensivo attraverso l'incremento del torreggiamento, valutandone l'impatto ambientale ed economico»⁷⁹. Le centinaia di torri, la cui costruzione fu avviata su uno sviluppo di oltre 2000 km di costa ripetendo un preciso modello con poche varianti tipologiche, rappresentarono una innovativa risposta architettonico-militare all'impellente esigenza

73 P. CASTELLI, *op. cit.*

74 *Ibidem.*

75 Cfr. F. STRAZZULLO F., *Documenti per la storia di castelli e torri nel Regno di Napoli*, Sorrento 1992. Cit. in S. MUTALIPASSI, *Un sistema di fortificazioni nel salernitano: le torri costiere della Piana del Sele. Conoscenza e indirizzi di conservazione*, Tesi di dottorato, Università degli Studi di Napoli Federico II, Napoli 2006.

76 G. MURGIA, *Presenza Corsara nel Mediterraneo occidentale e problemi di difesa nel Regno di Sardegna (secoli XVI-XVII)*, in B. ANATRA ET ALII (a cura di), *Contra moros y turcos. Politiche e sistemi di difesa degli stati mediterranei della corona di Spagna in Età Moderna*. Atti del Convegno internazionale di studi Villasimius-Baunei 20-24 settembre 2005, Dolianova 2010, v. 1, pp. 155-196.

77 Cfr. L. SANTORO, *Le torri costiere della Campania*, in *Napoli Nobilissima*, VI, 1967, p. 39. Cit. in S. MUTALIPASSI, *Un sistema di fortificazioni nel salernitano: le torri costiere della Piana del Sele. Conoscenza e indirizzi di conservazione*, Tesi di dottorato, Università degli Studi di Napoli Federico II, Napoli 2006.

78 G. MUTO, *op. cit.*, p. 39.

79 Cfr. F. RUSSO, *Le torri vicereali anticorsare della costa d'Amalfi, Immagini e suggestioni della guerra di corsa*, Amalfi 2002. Cit. in S. MUTALIPASSI, *Un sistema di fortificazioni nel salernitano: le torri costiere della Piana del Sele. Conoscenza e indirizzi di conservazione*, Tesi di dottorato, Università degli Studi di Napoli Federico II, Napoli 2006.

di difesa⁸⁰.

La rilevanza dell'impresa determinò, nei successivi decenni, il concepimento di un ufficio tecnico *ad hoc* con le funzioni di vigilanza, manutenzione e progettazione di nuovi fortificati⁸¹. Sul finire del XVI secolo il marchese di Celenza, Carlo Gambacorta, procedette alla ricognizione delle coste della Basilicata (1592), della Capitanata (1594) e dell'Abruzzo (1598) cui seguì una proposta di fortificazione⁸². Gli ingegneri militari e i tecnici incaricati della progettazione delle nuove fortificazioni furono: Benvenuto Tortelli, Giovanni Tommaso Scala, Pietro Antonio De Santis e Andrea Mormanno, tutti ingegneri delle Regie Strade, così come Jacopo Lantari⁸³. Sul finire del secolo in tutto il regno si segnalava la presenza di 339 torri⁸⁴.

Occorre precisare che nel caso del Regno di Napoli il sistema di torri costiere affiancava altri sistemi fortificati altrettanto radicati nel territorio e spesso espressione della volontà dei signori locali di affermare e consolidare il proprio potere. Esisteva infatti una fitta rete di castelli (regi e feudali), città e borghi fortificati, rocche. Inoltre molte delle torri segnalate erano ubicate in posizione più arretrata rispetto alla linea di costa a protezione delle campagne e delle attività agricole⁸⁵. La duplice funzione difensiva cui erano delegate fu alla base della concezione di un modello di incomparabile modernità, ripreso anche nei secoli successivi, i cui costi elevati di realizzazione erano giustificati da pressanti esigenze di natura sociale, economica e politica⁸⁶.

Anche il **Regno di Sicilia**, pur non ricoprendo un ruolo centrale per gli interessi del nuovo Regno di Spagna, assolveva una funzione strategica primaria fungendo da indispensabile avamposto contro l'avanzata turca⁸⁷. Inoltre, per le sue risorse, i campi fertili che nei secoli precedenti avevano prodotto merci di scambio con il Nord Africa e i suoi popolosi villaggi, l'isola rappresentava un interessante obiettivo, tanto ambito quanto vulnerabile. La fitta rete di fortificazioni esistenti lungo le coste siciliane risultava obsoleta rispetto all'evoluzione tecnologica delle artiglierie. Pertanto già intorno alla metà del XVI secolo, sotto il dominio del viceré Juan de Vega, l'isola fu interessata da una serie di opere di fortificazione costiera e di ammodernamento delle fortificazioni esistenti. L'incarico di revisionare le rete esistente e progettare nuove fortificazioni fu assegnato a uno degli ingegneri militari più insigni dell'epoca, Ferramolino da Bergamo⁸⁸ e i lavori di costruzione furono avviati nel 1549 e conclusi nel 1553 con l'edificazione

80 F. RUSSO, *Le torri costiere del Regno di Napoli. La frontiera marittima e le incursioni corsare tra il XVI e il XIX secolo*, Napoli 2009, pp. 120-122.

81 F. STRAZZULLO, *Architetti e ingegneri napoletani dal '500 al '700*, Napoli 1969. Cit. in F. RUSSO, *Le torri costiere del Regno di Napoli*, op. cit.

82 P. CASTELLI, op. cit..

83 V. CARDONE, *Sul disegno delle Torri Costiere del Regno di Napoli*, in *De' castelli di pietra e di ... cristallo Tricesimo 20-21 novembre 1998*, Udine 1998, p. 108, cit. in S. MUTALIPASSI, *Un sistema di fortificazioni nel salernitano: le torri costiere della Piana del Sele. Conoscenza e indirizzi di conservazione*, Tesi di dottorato, Università degli Studi di Napoli Federico II, Napoli 2006.

84 «I costi di costruzione di questa rete di torri costiere ricadevano sulle università più vicine al mare e furono fissati nel 1566 in 22 grana a fuoco e nel 1581 a 7 grana». Cfr. G. MUTO, op. cit., p. 40.

85 Si tratta di «edifici religiosi fortificati», di «borghi murati», di «case forti» o «case torri», di «masserie o edifici agricoli fortificati» eretti a difesa delle produzioni contro i banditi, ma anche contro gli stessi contadini indigenti. L'autore afferma: «A me sembra che la variegata tipologia di queste forme di architettura militare sia piuttosto il segno di una società che viveva nella paura di vedersi depauperata delle sue risorse umane e materiali; ciascun gruppo sociale, nelle città e nelle campagne, faceva scarso affidamento sulle strutture difensive gestite dal potere centrale e cercava di predisporre nei suoi limiti ogni forma di difesa possibile». Cfr. G. MUTO, op. cit., pp. 44-45.

86 F. RUSSO, *Le torri costiere del Regno di Napoli...*, op. cit., p. 122.

87 F. RUSSO, *La difesa costiera del Regno di Sicilia dal XVI al XIX secolo*, Roma 1994, tomo I, p. 40.

88 *Ivi*, p. 51.

di sole 37 torri⁸⁹. Si trattò però di un processo episodico, nel quale si diede priorità alla fortificazione dei siti maggiormente esposti e strategicamente più significativi. Si potrebbe parlare, più che altro, di interventi dettati dall'«*emergenza*» e che, anche per la mancata omogeneità tipologica degli esemplari, si configura come un'operazione sostanzialmente priva di sistematicità⁹⁰.

Il concepimento di un vero e proprio sistema difensivo risale alla fine del secolo, nel 1579, quando il viceré Marco Antonio Colonna, su consiglio dell'ingegnere senese Tiburzio Spannocchi⁹¹, ratificò il nulla osta esecutivo per l'avvio di un'opera di fortificazione sistematica⁹². Il programma dello Spannocchi prevedeva la realizzazione di 123 torri oltre alle 62 esistenti censite dal tecnico. La sua relazione riscosse un tale successo presso la corte spagnola che l'ingegnere senese venne trasferito a Madrid per collaborare direttamente con il sovrano⁹³. Fu così che al suo posto il viceré nominò l'architetto fiorentino Camillo Camilliani con il compito di elaborare un programma sulla base di quello precedentemente messo a punto dallo Spannocchi⁹⁴. Camilliani propose la realizzazione di 106 nuove torri e l'ammodernamento di 40 torri esistenti. Il processo di fortificazione delle coste siciliane si concluse nei primi decenni del XVII secolo. Oltre alle torri di deputazione erano presenti anche alcune torri realizzate su iniziativa privata, integrate al sistema, per un totale di circa 190 esemplari⁹⁵.

Anche le coste della **penisola iberica** furono oggetto di un programma di fortificazione, sebbene in questi territori si apprezzi una densità minore di torri rispetto ai regni più periferici. La pressione del nemico sulla costa spagnola mediterranea (Catalogna, Valencia, Murcia e Granada) e oceanica (Andalusia) fu comunque significativa, soprattutto in seguito alla definitiva cacciata dei mori dai regni peninsulari al principio del XVII secolo. Infatti gli esiliati apportarono ai pirati barbareschi importanti conoscenze tecnologiche e geografiche, facilitando gli attacchi provenienti dal Nord Africa⁹⁶.

La costa dell'**Andalusia**, compresa tra la frontiera portoghese e Gibilterra, fu protetta da 45 torri finanziate in alcuni casi dalle città, in altri dai signorotti locali o dallo stesso re. Di queste 19 erano già esistenti quando Filippo II inviò D. Francés de Álava, Capitán General de Artillería, a visitare la costa; nel 1576 l'ingegnere Antonelli e Luis Bravo de

89 Lo stesso Russo afferma però che queste date, come il numero di torri realizzate, non si conoscono esattamente e si potrebbe pensare che il processo sia stato avviato qualche anno più tardi rispetto a quanto riportato nella trattatistica, verosimilmente nel 1554 sempre sotto il dominio del viceré Juan de Vega. In *Ivi*, p. 121.

90 *Ivi*, p. 124.

91 «*L'incarico che lo Spannocchi assolve intorno agli anni 1577-78 dette origine ad uno splendido manoscritto, riccamente illustrato, con superbe vedute prospettiche e magistralmente compilato, completo di puntuali annotazioni e rilievi grafici, talmente apprezzato, poi, a corte da restarvi racchiuso tra le opere più care allo stesso imperatore*». In *Ivi*, p. 173.

92 *Ivi*, p. 126.

93 F. RUSSO, *La difesa costiera del Regno di Sicilia dal XVI al XIX secolo*, op. cit., pp. 307-310.

94 A. CAMARA MUÑOZ, *Las torres del litoral en el reinado de Felipe II: Una arquitectura para la defensa del territorio (I)*, op. cit.

95 F. RUSSO, *La difesa costiera del Regno di Sicilia dal XVI al XIX secolo*, op. cit., pp. 330-368.

96 J. F. PARDO MOLERO, J.J. RUIZ IBÁÑEZ, *Una monarquía, dos reynos y un mar. La defensa de los reinos de Valencia y Murcia en los siglos XVI y XVII*, in R. CANCELILA (a cura di), *Mediterraneo in armi (secc. XV-XVIII)*, Palermo 2005, p. 442.

Lagunas furono inviati in Andalusia per eleggere i siti da fortificare⁹⁷; successivamente fu l'ingegner Juan Pedro Livadote, citato come una sorta di 'ingegnere specializzato in torri', che collaborò con D. Francés de Álava y Luis Bravo de Lagunas e si occupò della traccia e della misura di numerose torri e, a partire dal 1588, ne diresse anche la realizzazione⁹⁸. Questa massiccia operazione di fortificazione costiera si protrasse fino al 1638, sebbene molte delle torri incluse nel progetto iniziale non vennero mai realizzate⁹⁹.

Lungo la costa del regno di **Granada**, l'antico regno *nazarí*, erano già presenti numerose torri *atalayas* costruite in epoca musulmana (circa 39). Al principio del XVI secolo queste furono potenziate e vennero costruite nuove torri. Già durante il regno di Carlo V si erano costruite numerose torri, ma fu durante il regno di Filippo II che il processo di fortificazione si intensificò notevolmente. Nel 1576 si parla di 45 torri da costruire, oltre ad altre 15 da restaurare; per la loro realizzazione fu nominato l'ingegner Ambrosio Malgrat, poi sostituito dall'ingegner Martín Diez de Navarrete. Tuttavia nel 1584 restavano molte torri ancora da costruire e molte da completare¹⁰⁰.

Nato dall'espansione verso il mare del Regno di Castiglia nel XIII secolo, il regno di **Murcia** mantenne anche nei secoli successivi un carattere periferico e di secondaria importanza e non godette dell'autonomia riconosciuta ad altri regni¹⁰¹. Il programma di fortificazione venne qui avviato a metà del XVI secolo, in seguito ai frequenti attacchi che si verificarono su questa costa. La constatazione dell'impossibilità di mantenere una forza armata tra il 1570 e il 1580 spinse alla costruzione di numerose fortezze. Nel 1578 si parlava di 36 torri da costruire in questo tratto di litorale¹⁰². Al principio del XVII secolo erano stati fortificati tutti i siti privilegiati dai nordafricani per lo sbarco. In totale vennero erette meno di una decina di torri di difesa, che si sarebbero mantenute con le imposte sulla pesca e la pastorizia. Questo sistema di torri, sotto la giurisdizione del *Capitán Mayor del Reino de Murcia*¹⁰³, completava il disegno di difesa approntato dal governo centrale e chiudeva una solida ma permeabile cortina difensiva da Rosellón fino a Cádiz¹⁰⁴.

Nella costa del regno di **Valencia** già ai tempi di Carlo V il tema della fortificazione rivestiva una discreta importanza. Il regno godeva di una notevole autonomia rispetto al governo centrale¹⁰⁵. Era amministrativamente strutturato in municipi fra i cui compiti vi era anche

97 «*Tampoco queda clara la participación de Antonelli, pues en 1577 escribió Bravo de Lagunas al rey acerca de las fortificaciones de la costa indicando que se dirigía al Puerto de Santa María a esperar al maestro mayor de las obras del reino de Granada, a quien el rey había ordenado ir allí -a hacer las plantas de las torres que se han de hacer-. Desde el año anterior el Consejo se hallaba a la espera de que trajera la relación de las torres -un cavallero a quien su Magestad mandó vaya a designarlas y congerartarlas-, refiriéndose probablemente a Bravo de Lagunas. Quien llevó la relación a la corte fue Luis de Montalvan, que fue uno de los que reconocieron la costa, y a quien Luis Bravo de Lagunas, cuando propuso las torres que se habían de hacer -en Sanlucar y en las Arenas Gordas y Río del Oro-, se refería como -hombre platico y maestro de cantería-, que le había recomendado también el conde de Barajas en Sevilla por -la mucha avilidad que tenía en lo que toca a esto de torres y otras cosas semejantes-».*In A. CAMARA MUÑOZ, *Las torres del litoral en el reinado de Felipe II: Una arquitectura para la defensa del territorio (I)*, op. cit.

98 A. CAMARA MUÑOZ, *Las torres del litoral en el reinado de Felipe II. Una arquitectura para la defensa del territorio (I)*, op. cit..

99 J.R. BARROS CANEDA, J.C. HERNÁNDEZ NÚÑEZ, *Las Defensas de la Costa Atlántica Andaluza, in Información: Patrimonio Histórico Andaluz*, nn. 40-41, p. 180.

100 A. CAMARA MUÑOZ, *Las torres del litoral en el reinado de Felipe II. Una arquitectura para la defensa del territorio (y II)*, in *Espacio, Tiempo y Forma*, 1991, v. 4.

101 J. F. PARDO MOLERO, J.J. RUIZ IBÁÑEZ, *Una monarquía, dos reynos y un mar...*, op. cit., p. 432.

102 A. CAMARA MUÑOZ, *Las torres del litoral en el reinado de Felipe II. Una arquitectura para la defensa del territorio (y II)*, op. cit.

103 «*(...) función que recaía de forma hereditaria en el marqués de los Vélez el más prominente de los nobles locales*», in J. F. PARDO MOLERO, J.J. RUIZ IBÁÑEZ, *Una monarquía, dos reynos y un mar...*, op. cit., p. 455.

104 *Ibidem*.

105 *Ivi*, p. 431.

quello dell'organizzazione della difesa e della vigilanza dei litorali¹⁰⁶. Tuttavia solo nel 1529 il processo di dialogo e collaborazione tra la Corona e gli Stamenti¹⁰⁷ del Regno culminò con l'istituzione di una «Junta» deputata alla difesa costiera¹⁰⁸. Negli anni settanta del '500 l'esigenza di fortificare le coste *valenciane* divenne però prioritaria per la monarchia, in seguito alla nuova situazione che si venne a creare nel Nord Africa, unita al probabile appoggio che il nemico avrebbe potuto ottenere dai numerosi mori ancora residenti nel regno. Fondamentale fu il contributo economico che il marchese Mondéjar riuscì ad ottenere dagli 'stamenti' del regno nel 1574. Nel tardo Novecento Seijo Alonso¹⁰⁹ ne censisce 64 in questo tratto di costa, delle quali alcune edificate sin dal Quattrocento.

106 «Asimismo eran las autoridades municipales las que se ocupaban de las fortificaciones, manteniendo las murallas a expensas del fisco municipal (gracias a los impuestos concedidos por la Corona a tal efecto), y de la vigilancia del término. Esta última competencia tenía una importancia decisiva en los municipios del litoral, de cara a evitar los estragos ocasionados por las incursiones de los piratas y corsarios», in J.F. PARDO MOLERO, *La defensa del imperio. Carlos V, Valencia y el Mediterráneo*, Madrid 2001, p. 23.

107 Gli 'stamenti' o 'estamentos' erano i bracci che costituivano il Parlamento. Nel Regno di Sardegna gli stamenti rappresentavano i tre organi del Parlamento locale e si ispiravano al modello delle 'Cortes' catalane; vi era lo stamento ecclesiastico che comprendeva le dignità e gli enti ecclesiastici o i loro procuratori; lo stamento militare, di cui facevano parte non solo i militari, ma tutti i nobili e i cavalieri e infine lo stamento reale, che comprendeva i rappresentanti delle sette città regie (Cagliari, Sassari, Alghero, Oristano, Iglesias, Bosa, Castello Aragonese). Il Parlamento sardo svolgeva le seguenti funzioni: concessione del donativo, ripartizione dei tributi, partecipazione all'esercizio del potere normativo attraverso la sottomissione di proposte legislative all'approvazione del re, le verifiche relative alla rituale formalità della convocazione ed ai poteri degli intervenuti. In ASC, *Carte dello Stamento militare, Elenco delle carte dello Stamento militare (1623 - 1847)*.

108 J.F. PARDO MOLERO, *La defensa del imperio. Carlos V, Valencia y el Mediterráneo*, op. cit., p. 31.

109 F.G. SEIJO ALONSO, *Torres de vigia y defensa contra los piratas berberiscos en la costa del Reino de Valencia*, Valencia 1978, cit. in A. CAMARA MUÑOZ, *Las torres del litoral en el reinado de Felipe II: Una arquitectura para la defensa del territorio (I)*, op. cit..

Fig. 02. Carta del Regno di Napoli realizzata da Mario Cartaro e Nicolò Antonio Stigliola nel 1613. In BNN, Ms. XII, D 100.



Anche nella costa della **Catalogna** le opere di fortificazione si intensificarono nella seconda metà del XVI secolo, quando fu ordinata la realizzazione di 25 torri¹¹⁰. Il re Filippo II nel 1566 incaricò il viceré Hurtado de Mendoza di predisporre un piano per la fortificazione della costa attraverso la realizzazione di un sistema di torri¹¹¹. Nel 1587 però l'ingegner Fratino, poiché il programma di fortificazione precedente risultava troppo ambizioso, selezionò le 13 torri più necessarie. Sul finire del secolo fu l'ingegner Jerónimo Marquí ad occuparsi della costruzione delle torri del litorale catalano. Naturalmente esistevano, oltre a quelle ordinate dal monarca, anche torri realizzate su iniziativa privata.

Anche le **Isole Baleari**, per la loro importante posizione geografica, che le rendeva un crocevia fondamentale nelle rotte del Mediterraneo Occidentale, furono costantemente flagellate dalle incursioni barbaresche. Nel Regno di Mallorca già negli anni trenta del Cinquecento venne ordinata la costruzione di torri costiere di avvistamento e difesa. Tra i numerosi studiosi e tecnici che si occuparono di studiare questo tema ricordiamo Binimelis e Mut, *maestro mayor* delle fortificazioni¹¹². Anche per l'isola di Ibiza e di Formentera Juan Bautista Calvi proponeva la realizzazione di alcune torri almeno a protezione dei principali porti, costantemente esposti agli attacchi nemici¹¹³.

Oltre che sui territori direttamente sotto il dominio spagnolo, l'influenza della monarchia si avvertì anche in altri territori mediterranei che, per diverse ragioni, intrattennero con la Corona relazioni privilegiate.

E' il caso della **Corsica** il cui progetto di fortificazione costiera fu avviato con un'azione volontaristica promossa dal *Banco di San Giorgio*¹¹⁴ nel XVI secolo e successivamente sviluppato e portato a compimento su iniziativa della Repubblica di Genova tra la seconda metà del XVI e la prima metà del XVII secolo. Occorre segnalare che all'epoca Genova, pur essendo indipendente, subiva pesantemente l'influenza della monarchia spagnola¹¹⁵. Alla Corona importava infatti poter contare sulla fedeltà della Repubblica e disporre dei suoi passi e dei suoi porti e per questa ragione assunse spesso un ruolo determinante nel placare le rivolte indipendentiste corse¹¹⁶.

Già a partire dal 1510 il Banco di San Giorgio iniziò a porsi il problema della fortificazione costiera e nel 1531 nominò dei Commissari Generali per l'elaborazione di un piano

110 P. CATALÁ Y ROCA, *De cara a la Mediterània: les torres del litoral català*, Barcelona 1987, p. 16.

111 *Ibidem*.

112 G. ROSSELLÓ BORDOY, *Mallorca: Arquitectura defensiva 'versus' cartografia turca*, in *Contra moros y turcos. Politiche e sistemi di difesa degli stati mediterranei della corona di Spagna in Età Moderna*. Atti del Convegno internazionale di studi Villasimius-Baunei 20-24 settembre 2005, Dolianova 2010, v. 1, p. 474.

113 A. CAMARA MUÑOZ, *Las torres del litoral en el reinado de Felipe II. Una arquitectura para la defensa del territorio (y II)*, op. cit., p. 90.

114 «*Officium comperarum et bancorum Sancti Georgii*» o «*Casa delle compere e dei banchi di San Giorgio*» «è un'istituzione che non ha eguali per la sua natura poliedrica e per il ruolo svolto nella finanza: sorge (1407) come un consorzio di pubblici creditori a cui lo Stato cede un gran numero di imposte e quasi subito (1408) inizia un'attività bancaria che i flussi fiscali potenziano ulteriormente; in cambio dei finanziamenti allo stato, riceve in pegno territori vicini ed oltremarini che amministra come ente sovrano fino al 1562; dal tardo Cinquecento organizza l'attività bancaria su più sportelli a seconda delle valute trattate e con il primo Seicento inizia ad emettere biglietti fiduciari nominativi». In G. FELLONI, G. LAURA, *Genova e la storia della finanza: una serie di primati?*, Genova 2004, p. 41.

115 A.L. SERPENTINI, *Aspects du système défensif de la Corse génoise aux XVI^{ème} - XVII^{ème} siècle*, in *Contra moros y turcos. Politiche e sistemi di difesa degli stati mediterranei della corona di Spagna in Età Moderna*. Atti del Convegno internazionale di studi Villasimius-Baunei 20-24 settembre 2005, Dolianova 2010, v. 1, pp. 293-307.

116 C. BITOSSI, *Genova, Spagna e Mediterraneo nel secondo Cinquecento: bilanci e prospettive*, in B. ANATRA, F. MANCONI (a cura di), *Sardegna, Spagna e Stati Italiani nell'età di Filippo II*, Atti del Convegno internazionale di studi storici nel IV centenario della morte di Filippo II, Cagliari, 5-7 novembre 1998, Cagliari 1999, p. 176.

generale di difesa e la realizzazione di una prima serie di costruzioni. La maggior parte di queste torri fu costruita in un regime di concessione e i finanziamenti ottenuti attraverso l'aumento del prezzo del sale¹¹⁷. Il Banco di San Giorgio eserciterà la propria azione di governo sulla Corsica e le colonie orientali fino al 1562, quando questi territori passeranno sotto il dominio diretto della Repubblica di Genova¹¹⁸.

Nel novembre del 1571 il Senato genovese promulgò una legge che sanciva la creazione del *Magistrato delle seminiere e delle fabbriche delle torri* che si sarebbe occupato delle attività economiche della Corsica e della difesa dell'isola¹¹⁹. In un rapporto del 1573¹²⁰ due commissari incaricati dalla Repubblica, Cristoforo Fornari e Francesco di Negro, censirono 16 torri e disposero di costruirne 62 lungo le coste dell'isola, oltre a quelle di *Cap Corse* (di cui 10 costruite prima del 1560 e numerose altre nel XVII secolo). A causa delle limitate risorse di cui disponeva la Repubblica, molte di queste opere furono finanziate dalle popolazioni locali. Nel 1580 il *Magistrato delle seminiere e delle fabbriche delle torri* fu soppresso, perché considerato inadeguato a fornire un valido impulso alla fabbrica delle fortificazioni costiere, e fu sostituito dal *Magistrato di Corsica*. I numerosi attacchi nemici verificatisi nel 1583 posero il *Magistrato* di fronte alla urgenza impellente di costruire nuove strutture difensive per la protezione del litorale meridionale dell'isola, lungo il quale, dal 1580 al 1590, il numero delle torri fu quindi notevolmente incrementato¹²¹.

117 ASG, *Fondo Corsica*, filza 885. Cit. in A.M. GRAZIANI, *Les tours littorales*, Ajaccio 1992, p. 17.

118 P.R. ALTAMURA, *Torri costiere della Corsica del sud*, tesi di laurea, Università degli Studi di Firenze, aprile 2014.

119 «*C'est-à-dire pour parler tout a la fois de la défense de la Corse, de la mise en culture de ses plaines basses, de la pêche (et particulièrement de la pêche au corail dans les mers qui l'entourent) et de l'extraction de ses minerais. Mais, l'élément essentiel de leur travail est, et restera, de s'occuper de la sécurité de l'île et donc de la construction ou de l'entretien des tours qui l'entourent*», in A.M. GRAZIANI, *op. cit.*, p. 20.

120 Il rapporto prodotto è intitolato '*La distinzione delle torri*', in A.M. GRAZIANI, *op. cit.*, p. 20.

121 *Ivi*, p.68.



Fig. 03. Carta che rappresenta un tratto di costa non identificato con l'indicazione di alcune torri. In ACA, *Collecciones, Mapas y Planos*, 554.

Al principio del XVII secolo, sulla base di un rapporto elaborato dal generale Oratio Lercaro, si avviò la costruzione delle cosiddette «*tours difficiles*», situate nei luoghi di difficile accessibilità per la cui edificazione, dunque, si rendeva indispensabile l'impiego di mezzi particolari. Le ultime torri furono edificate tra il 1619 e il 1620 nel territorio di Bonifacio¹²². Il sistema difensivo costiero della Corsica giunse così a un totale di 92 torri¹²³.

Meno significative furono le opere di fortificazione promosse dalla **Repubblica di Genova** sulla costa ligure tra il XVI e XVII secolo. La rete di difesa costiera, che si attuò qui spontaneamente, si sviluppò con una densità variabile a seconda della collocazione orografica della postazione strategica. Infatti, la riviera di levante, caratterizzata da una morfologia rocciosa a picco sul mare, richiese la costruzione di poche torri, mentre la riviera di ponente, meno aspra e impervia, consentì una migliore munizione, con la realizzazione di un maggior numero di strutture. Tra il XVI e il XVII secolo furono realizzate solo 8 torri, che andarono ad infittire il già esistente cordone difensivo costituito da torri e città fortificate¹²⁴.

Per quanto riguarda il **Granducato di Toscana**, la fedeltà alla Corona spagnola fu la linea seguita in politica estera, almeno fino all'avvento di Ferdinando I nel 1587, il quale optò per un riavvicinamento alla Francia¹²⁵. Ai principi del XVI secolo i territori di Siena furono

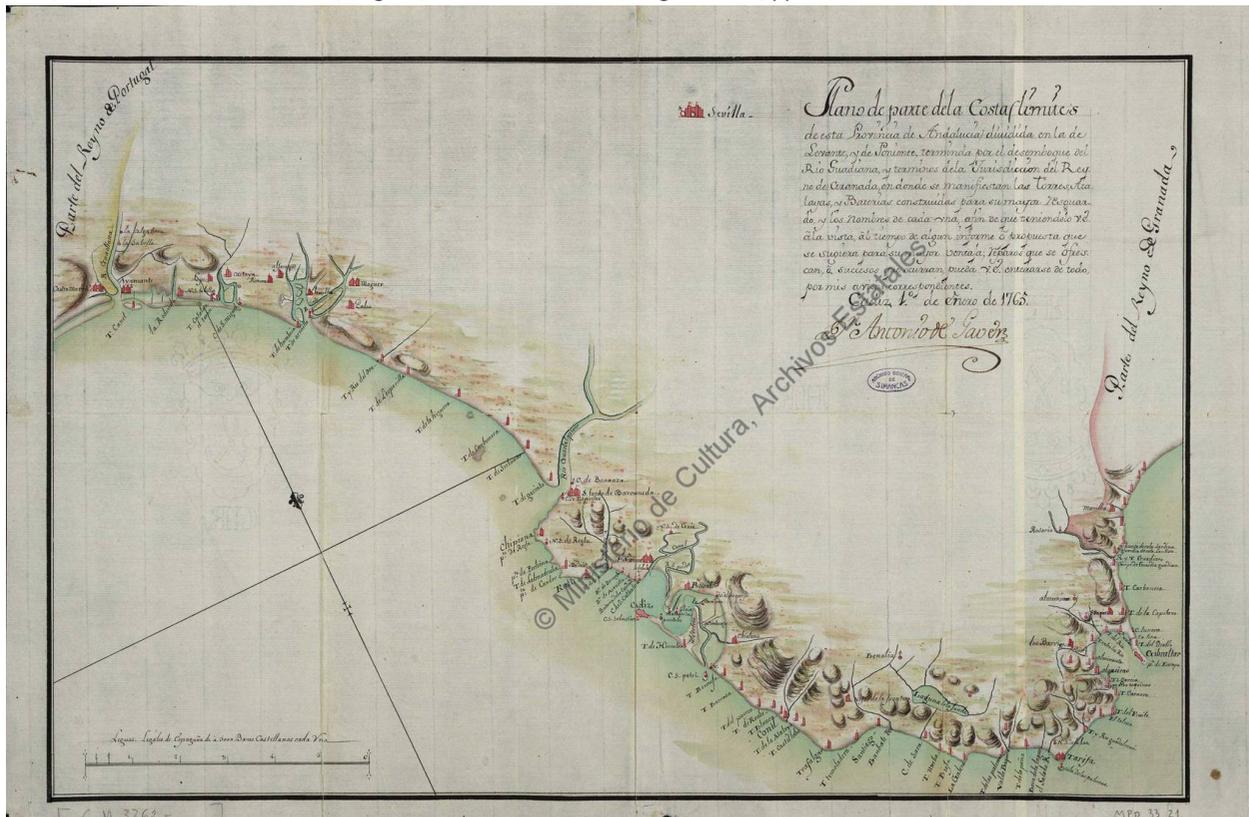
Fig. 04. Carta che rappresenta parte della costa dell'Andalusia, con l'indicazione delle torri presenti, 1765. In AGS, Plano de parte de la costa y limites de esta Provincia de Andalucía, MPD, 33, 021.

122 Ivi, p. 88.

123 P.R. ALTAMURA, *op. cit.*

124 V. FAGLIA, *La difesa anticorsara in Italia dal XVI secolo*, Roma 1974, pp. 17-18.

125 E. STUMPO, *Sovranità diretta e sovranità mediata. Due esempi diversi: Savoia e Medici nell'età di Filippo II*, in B. ANATRA, F. MANCONI (a cura di), *Sardegna, Spagna e Stati Italiani nell'età di Filippo II*, Atti del Convegno internazionale di studi storici nel IV centenario della morte di Filippo II, Cagliari, 5-7 novembre 1998, Cagliari 1999, pp. 122-123.



annessi al Granducato che, nel 1531, si ritrovò sotto il controllo della Casa medicea. Intorno alla metà del secolo, quando furono fatti grandi sforzi per migliorare la difesa anticorsara, il tratto costiero dell'antico stato granducale comprendeva gran parte del litorale toscano, eccezion fatta per la porzione più meridionale occupata dallo Stato dei Reali Presidi e dal Principato di Piombino, nonché per le isole di Capraia, Elba, Pianosa, Montecristo, Giannutri e per alcune isole minori nel Golfo di Follonica.

Lungo tutto questo litorale quasi tutti i fortilizi sorgono a ridosso della costa, con una maggiore concentrazione nella fascia meridionale; si tratta prevalentemente di costruzioni sorte nel corso del XVI secolo. Molte opere furono edificate da Cosimo I (1537-1574), il cui particolare interesse verso il mare rese possibile, nel 1565, la fondazione dell'ordine militare di S. Stefano, sulla falsariga del già esistente Ordine dei Cavalieri di Malta. Lo scopo del nuovo Ordine era di difendere le coste dagli assalti barbareschi. Francesco I (1574-1587) e Ferdinando I (1587-1609) proseguirono il medesimo potenziamento strategico; sotto la loro giurisdizione vennero costruiti, quindi, nuovi fortilizi e torri a difesa di tutto il litorale per un totale di oltre trenta torri¹²⁶.

Nella porzione più meridionale della costa Toscana, nei pressi di Orbetello, nel 1557 fu istituito lo **Stato dei Reali Presidi**, derivante dall'unificazione di diversi presidi, formalmente sotto il controllo del viceré del Regno di Napoli, ma con una propria autonomia istituzionale¹²⁷. La logica dei *presidios*, già sperimentata per circa mezzo secolo in Nord Africa, consisteva nell'esercitare il proprio controllo su un certo territorio attraverso l'imposizione di piazzeforti e guarnigioni. Lo Stato toscano nacque dalla necessità di proteggere le rotte tra i possedimenti meridionali e le coste di Genova e del Nord, nonché i porti del Regno di Sardegna.

L'intensificarsi degli attacchi barbareschi intorno al 1560 determinò la costruzione di torri nei Presidi toscani contestualmente alla fortificazione del Regno di Napoli. Poiché non rispondevano più alle mutate esigenze militari, solo pochissime torri tra quelle già esistenti poterono essere riutilizzate¹²⁸. Il nuovo sistema di difesa anticorsara venne progettato sul modello di quello del Regno di Napoli su impulso del viceré don Perafan de Ribera; la sua costruzione venne ufficialmente ordinata nel 1563. Il limitato sviluppo costiero dello Stato dei Presidi, unito alla presenza di poderose fortezze che agevolarono l'interazione fra gli appalti anti-incursivi e quelli anti-invasivi, consentì la realizzazione di un numero non elevato di torri. Inoltre la scarsa densità demografica concesse tempi di costruzione più lunghi. Nel 1569 furono intensificate le relazioni fra le torri esistenti

126 R. MANETTI, *Torri costiere del litorale toscano: loro territorio e antico ruolo di vigilanza costiera*, Firenze 1998, pp. 12-14.

127 F. RUSSO, *La difesa costiera dello Stato dei Reali Presidi di Toscana dal XVI al XIX secolo*, Roma 2002, p. 11.

128 «In altri termini lungo le coste alte e rocciose, come appunto quella dell'Argentario, pochissime delle torri medievali apparivano per struttura e per ubicazione compatibili con le specifiche del sistema di torreggiamento rinascimentale. Nel migliore dei casi, pertanto, mantenerle in servizio avrebbe fornito semplicemente qualche stazione ripetitrice in più, utile peraltro fino al completamento della linea di torri armate», in Ivi, p. 89.

Fig. 05. La costa del Regno di Granada nel 1765. In AGS, *Mapa de la Costa del Reyno de Granada, que empieza, desde Calatarege, término de Andalucia, y acaba, media legua a Lebante de San Juan de los Terreros, en el mojon del termino principio del Reyno de Murcia*, MPD, 60, 018.



e la loro maglia venne probabilmente infittita. Agli inizi del XVII secolo lungo le coste dell'Argentario si contavano circa una trentina di torri¹²⁹.

Non immune dai pericoli determinati dalla situazione geopolitica del Mediterraneo, anche lo **Stato Pontificio** provvide a una costante e radicale trasformazione e integrazione del proprio sistema di difesa costiero. Infatti, numerose bolle papali approvarono la revisione totale della rete difensiva esistente, stabilendo un aumento delle imposte per le famiglie feudali del luogo per finanziare la costruzione di nuove strutture destinate ai siti più vulnerabili. Nel 1562, papa Pio IV ordinò la costruzione di quattro torri di guardia sul promontorio del Circeo¹³⁰. Inoltre, lo stesso papa impose un restauro completo delle fortificazioni medievali che avrebbero potuto, in un tale stato di emergenza, data la posizione, comunque assumere un valido ruolo difensivo. Il successivo papa, Pio V, cercò di concepire un progetto integrato e organico di difesa costiera emanando, nel 1567, la *Consitutio de aedificandis turribus in oris maritimis*¹³¹, nominando Martino d'Ayala responsabile della costruzione di una rete di fortificazioni lungo i litorali dell'intero Stato. Tuttavia il mancato dialogo tra il potere centrale e le autorità locali, che avrebbero dovuto finanziare la costruzione delle nuove torri, limitò la realizzazione del progetto. Inoltre, il mancato monitoraggio costante dell'efficienza militare delle fortificazioni e dei soldati in esse impiegati, non riuscì a garantire un funzionamento adeguato del sistema. In seguito al successo riscosso nella battaglia di Lepanto, nel 1571, vi fu un periodo di relativa calma, che fece definitivamente naufragare il progetto promosso da papa Pio V. Le questioni amministrative rimaste irrisolte emersero, in quell'occasione, ancor più chiaramente, per poi persino aggravarsi nel corso del XVII secolo¹³². In totale, tra il XVI e

129 *Ivi*, pp. 95-105.

130 M.R. COPPOLA, *Le torri costiere del territorio pontino*, Roma 1994 cit. in R. CACCIOTTI, *The guardian of the Pontifical State - Structural Assessment of a damaged coastal watchtower in South Lazio*, Master's thesis, Universidade do Minho, 2010.

131 *Ibidem*.

132 R. CACCIOTTI, *The guardian of the Pontifical State - Structural Assessment of a damaged coastal watchtower in South Lazio*, Master's thesis, Universidade do Minho, 2010.



Fig. 06. Carta che rappresenta le quattro fortificazioni che si dovranno realizzare nel delta del fiume Ebro, 1580. In AGS, *Las cuatro torres que su mag. amandado hazer en este puerto con las cuatro letras A, B, C, D, los desinios estan hechos son A y B como se parece por este disino y las dos que quedan por hazer son C, D*, MPD, 07, 155.

il XVII secolo, sui litorali laziali vennero edificate 32 torri.

Infine anche l'isola di **Malta**, che occupa una posizione strategica nel Mediterraneo fungendo da avamposto meridionale d'Europa, dopo la vittoriosa difesa durante il Grande Assedio del 1565 fu oggetto di un importante potenziamento difensivo costiero ad opera dei Cavalieri Ospitalieri dell'Ordine di San Giovanni di Gerusalemme¹³³. Le opere costruite dai Cavalieri a questo scopo furono principalmente torri, batterie, fortini e trinceramenti, oltre alle città fortificate per la cui costruzione o integrazione lo Stato Pontificio mise a disposizione alcuni fra i suoi ingegneri militari più insigni, come Francesco Laparelli¹³⁴. Tali fortificazioni furono costruite tra il 1605 e il 1773 e, fatta eccezione per le torri di avvistamento, per le quali i siti furono scelti in base al valore strategico delle visuali, si privilegiarono i siti prevedibilmente più esposti agli sbarchi nemici. Le torri di maggiori dimensioni, alcune provviste di intere batterie, erano strutture robuste, situate in maniera tale che i segnali provenienti da una potessero essere trasmessi lungo la costa rapidamente (sistema semaforico)¹³⁵. Le torri ascrivibili a questo periodo sono circa 31, costruite in tre fasi distinte¹³⁶.

Nonostante l'apparente modestia architettonica di questi manufatti, furono opere alle quali vennero destinate ingenti risorse sia umane che materiali, e per la cui progettazione furono coinvolti alcuni fra i più importanti ingegneri del tempo, i quali, in alcuni casi, lasciarono il proprio nome attraverso iscrizioni come se si trattasse di opere monumentali¹³⁷. Pur essendo, infatti, piccole architetture con schemi distributivi semplici, realizzati secondo tecniche costruttive poco sofisticate, esse furono parte di un'operazione sistematica di fortificazione costiera, la cui complessità può essere colta ancora oggi. E' in questa cornice storico-politica che si inserisce il consistente potenziamento del sistema di torri costiere della Sardegna, attuato tra il XVI e il XVII secolo.

1.4. Evoluzione del sistema difensivo costiero della Sardegna

Lo sviluppo del sistema di torri lungo le coste della Sardegna copre almeno cinque secoli. Infatti, sul finire del XIII secolo, in epoca giudicale, fu avviata la costruzione delle prime torri nei siti di maggiore interesse strategico ed economico. Furono così erette la torre di Sant'Elia (1282), in prossimità della città di Cagliari, e la torre del Porto (1325) a Porto Torres.

Solo agli inizi del '500 si proseguì con la fortificazione dei porti d'imbarco del grano e dei siti più rilevanti economicamente¹³⁸: si edificò così una torre sull'Isola Piana (1518), nei

133 C. STEPHENSON, *The fortification of Malta 1530-1945*, Oxford 2004, pp. 7-28.

134 *Ivi*, pp. 10-28.

135 *Ibidem*.

136 «*The need to deter and defeat corsair raids then became a matter of importance, and in order to achieve this no fewer than 31 towers were constructed in three distinct phases. Five towers were erected: at St Paul's Bay (1609), Marsaxlokk (1610), St Thomas Bay (1614), Sta Maria delle Grazie (1620) and, somewhat later, at Mellieha (1649). Two were also constructed in Gozo, at Mgarr (1605) and Marsalforn (1616), and one on the small island of Comino (1618). Between 1636 and 1657 six smaller watchtowers were constructed at Ghajn, Tuffieha, Lippija, Qawra Point, St George's Bay and Wied iz-Zurrieq. Three towers were also constructed in Gozo at St Blas, Xlendi and Dwerja. These were augmented by a further 13 towers erected in the two year period of 1658-1659: at Delimara, Wardija, Hamrija, St Julian's, Qalet, Marku, Ghallis, Madliena, Benghisa, L'Ahrax, Triq il-Wiesga, Xrop l-Ghagin and Ghajn Hadad. Two further towers were constructed in Gozo in the 1660s, Mgarr-ix-Xini (1661) and ta' Isopu near Nadur (1667). The final tower constructed by Knights was at Marsalforn, again on Gozo, built in 1760*», in *Ibidem*.

137 A. CAMARA MUÑOZ, *Las torres del litoral en el reinado de Felipe II: Una arquitectura para la defensa del territorio (y II)*, op. cit..

138 E. PILLOSU, *Un inedito rapporto cinquecentesco sulla difesa costiera della Sardegna*, in *Nuovo bollettino bibliografico sardo*, 21-24, 1959 e 25, 1960.

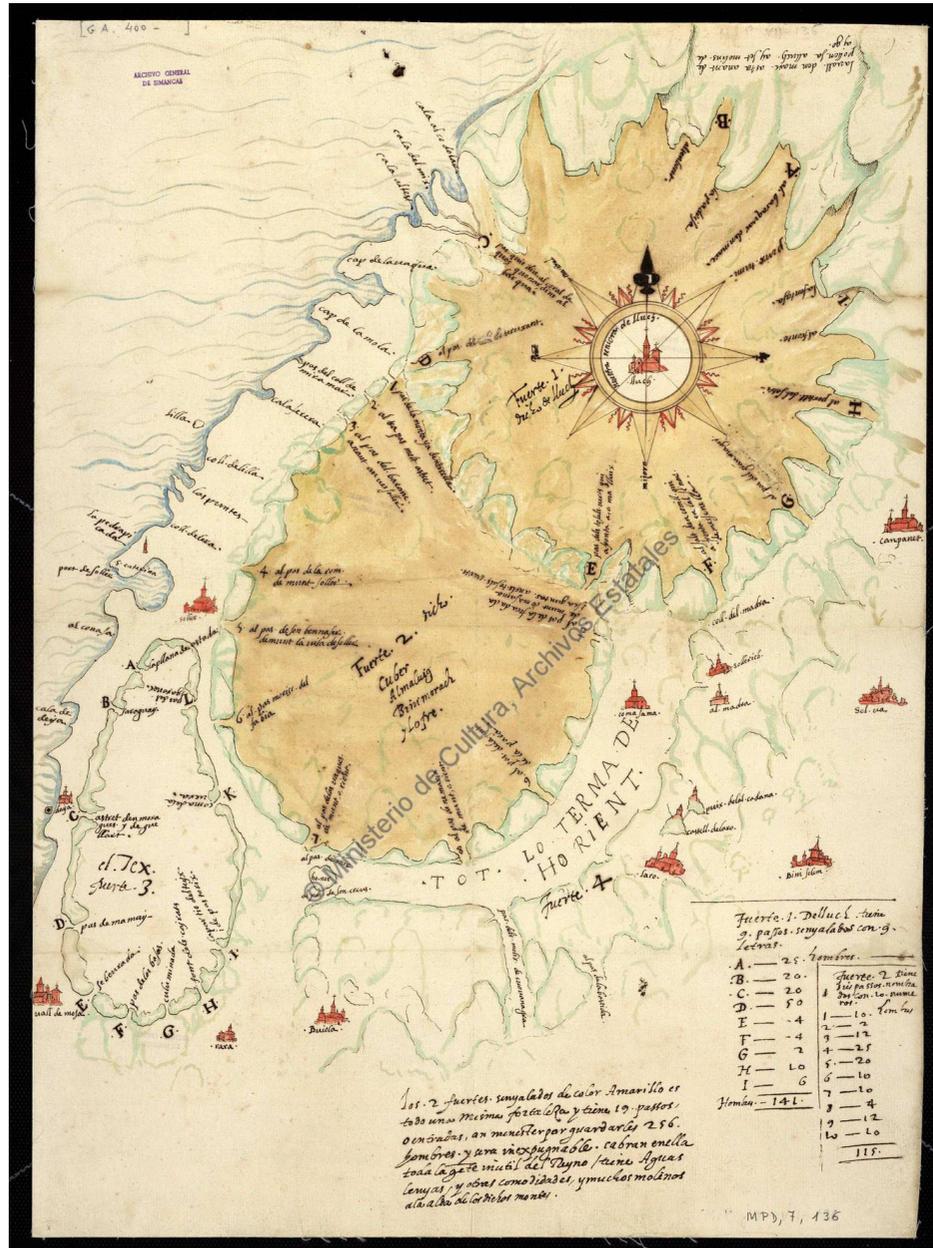


Fig. 07. Porzione dell'Isola di Mallorca con indicazione delle postazioni fortificate, 1594. In AGS, Mapa de parte de la Isla de Mallorca, MPD, 07, 136.

Capitolo 1

pressi di Porto Torres, per vigilare sulla pesca del corallo dell'Isola dell'Asinara, altre a protezione del porto della città di Bosa (1519), della punta del Giglio (1529), di Poglina (1553) e di Porticciolo (ante 1572), in prossimità della città di Alghero; una nella marina della città di Oristano, oggi conosciuta come Torre Grande (1542). Il golfo di Porto Ferro venne fortificato, invece, con le tre torri di Bantine Sale, Bianca e Negra (1548); una torre venne eretta a Terranova, nel porto dell'attuale città di Olbia (1549-1553) e, infine, un'altra ancora nel porto di Arbatax (1553)¹³⁹.

Parallelamente, la monarchia spagnola avviò un significativo programma di fortificazione, in prima istanza, rivolto al potenziamento delle più importanti piazzeforti dell'Isola (Cagliari, Alghero e Castelsardo) su progetto dell'ingegnere Rocco Cappellino, successivamente, sostituito dagli ingegneri Jacopo e Giorgio Palearo.

Tuttavia, come avvenne negli altri stati del Mediterraneo, solo nella seconda metà del XVI secolo, con l'ascesa al trono di Filippo II (1556), si avviò la fase costruttiva più significativa, che diede vita a un vero e proprio sistema turrito costiero. Infatti, il trionfo turco a La Goulette e a Tunisi nel 1570 segnò la perdita dell'avamposto spagnolo più orientale del Nord-Africa e l'arretramento della frontiera difensiva. In questo nuovo assetto geo-politico la Sardegna acquisì un nuovo ruolo, andando a costituirsi quale seconda cortina di difesa per il controllo della costa settentrionale dell'Africa al centro del sistema difensivo mediterraneo¹⁴⁰. Proteggere i litorali sardi significava garantire maggiore sicurezza alle rotte commerciali che collegavano la Spagna con Napoli, la Sicilia e la Sardegna stessa, e quindi assicurare maggiore floridezza economica alle città dell'isola, incentivandone lo sviluppo delle attività costiere (pesca del corallo, tonnare

139 M. RASSU, *Sentinelle del mare. Le torri della difesa costiera della Sardegna*, Dolianova 2005, pp. 1-66.

140 G. MURGIA, *op. cit.*, pp. 155-196.



Fig. 08. Carta in cui è rappresentato un tratto della costa corsa, con l'indicazione delle fortificazioni. In ASG, filza 887.

etc.) e il generalizzato ripopolamento¹⁴¹.

Partendo da questa consapevolezza, i lavori di fortificazione costiera subirono un'accelerazione e vennero inviati degli esperti con l'incarico di pianificare la realizzazione di un vero e proprio sistema di avvistamento e difesa. Nel 1572 il capitano Marco Antonio Camós ricevette l'incarico di effettuare un sopralluogo sull'isola allo scopo di individuare i siti più idonei alla costruzione di un sistema di torri litoranee. I risultati di questo studio sono contenuti nella *Relación de todas las costas maritimas de lo Reyno de Cerdeña*¹⁴².

Nel 1575 il Parlamento presieduto dal viceré Juan Coloma accolse il piano di fortificazione dei litorali stabilendo l'imposizione di tasse su formaggi, lane e cuoi per il suo finanziamento.

Tuttavia il progetto del capitano Camos non fu mai realizzato e ben presto venne effettuata una nuova ricognizione da parte del viceré Miguel de Moncada (1578-1583) con la finalità di descrivere la situazione delle fortificazioni esistenti e per concepire un'organica pianificazione del sistema di avvistamento e difesa delle coste¹⁴³. Per sostenerne gli ingenti costi il piano del viceré De Moncada prevede il coinvolgimento delle città, dei feudatari e dei *vassallos* attraverso la fornitura di materiali e maestranze, e l'istituzione di un servizio di vigilanza dei cantieri¹⁴⁴.

Il piano che prevedeva la realizzazione di 82 torri in prossimità dei golfi, dei porti e a difesa dei centri abitati, fu realizzato quasi interamente. Nel 1578 erano già presenti 29 torri, comprese le 17 già citate nella relazione del Camós. Le torri del Prezzemolo, di Calamosca, Mezzaspiaggia e Carcangiolas, già operative, andarono ad integrare il subsistema a protezione della città di Cagliari e del Golfo omonimo. Risultavano, inoltre, in costruzione le torri di Foghe, Capo Nieddu e Santa Caterina di Pittinurri a protezione della costa del Montiferru e della foce del rio Mannu, importante punto di rifornimento d'acqua dolce, come pure le torri di Capo Mannu e Sa Mora erette per proteggere la costa del Sinis, la torre di San Giovanni di Gonnessa nelle marine di Iglesias e la torre

141 «Il sistema difensivo avviato sotto Filippo II nasce con l'intento di attenuare la pericolosità delle incursioni e sempre con questa intenzione sarà rimaneggiato fino alle soglie dell'Ottocento. Quella che in fondo non è che la meno terribile tra le cause dello spopolamento è anche l'unica alla quale sia possibile rimediare almeno in parte con le fortificazioni. La longevità del circuito di torri si può spiegare in buona misura con la capacità di frenare in qualche modo l'emorragia di un bene assai raro come gli uomini», in G. MELE, *Torri e cannoni*, Sassari 2000.

142 La relazione contiene una descrizione dettagliata dei siti, degli approdi, degli stagni e dei corsi d'acqua dell'Isola e propone un totale di 73 posti di guardia suddivisi in posti senza torre, con torre di avvistamento o con torre di difesa. Vengono censite alcune torri già esistenti ed operative (Sant'Elia, Arbatax, Terranova, Porto Torres, Monte Rosso, Negra, Banca, Bantine Sale, Porticciolo, Pegna Maestra, Capo Giglio, Poglina, Bosa, Grande di Oristano) ed altre in costruzione (Columbargia, Capo Galera, delle Saline nella Nurra). La spesa complessiva calcolata era di 23.920 scudi, cfr. E. PILLOSU, *Un inedito rapporto cinquecentesco sulla difesa costiera della Sardegna. Di Marco Antonio Camos*, in *Nuovo Bollettino bibliografico sardo*, 4., 1959, nn. 21-24; 5, 1960, n. 25.

143 Rispetto alla relazione del capitano Camós, il viceré De Moncada propone la realizzazione di 82 torri, oltre a una decina di torri integrative e nessuna guardia non fortificata. Le spese per la costruzione variavano tra i 200 e 300 ducati (1 ducato=2,8 lire), a seconda della tipologia, cfr. M. RASSU, *Sentinelle del mare...*, op. cit., p. 26.

144 «Per quanto riguarda i costi è previsto il coinvolgimento delle città, dei feudatari e dei "vassallos", che dovranno fornire materiale da costruzione, prestazioni d'opera e sentinelle. In sostanza, due volte su tre le strutture e le guarnigioni verranno pagate dall'erario. Per il resto saranno soprattutto le popolazioni locali a procurare pietrame, calce, acqua e mezzi di trasporto, rimanendo comunque a carico della cassa regia il salario dei muratori», in G. MELE, *Torri e cannoni. La difesa costiera in Sardegna nell'età moderna*, Sassari 2000, p. 54.

Antigori¹⁴⁵. A seguito del rapporto del De Moncada venne inoltre avviata la costruzione delle torri a protezione del Capo Carbonara (torre di Cala Caterina e di Porto Giunco). Vennero invece trascurate le isole minori (San Pietro e Sant'Antioco, San Macario, Maldiventre, Asinara, Piana, Serpentara, dei Cavoli e l'arcipelago della Maddalena), evidentemente perché non considerate strategiche, al contrario di ciò che avvenne in altre realtà territoriali come, per esempio, nel Regno di Napoli. Qui le piccole isole, sebbene non numerose, divennero, infatti, importanti avamposti fortificati a difesa dei villaggi sulla terraferma¹⁴⁶.

Grazie al *De chorographia Sardiniae* del Fara¹⁴⁷ abbiamo notizia dello stato delle torri operative nel 1585. All'epoca risultavano in funzione 21 torri concentrate nel Golfo di Cagliari, nel Capo Carbonara, nel Montiferru, nel Golfo di Oristano e in prossimità di Alghero¹⁴⁸.

L'inasprirsi della situazione politica nel Mediterraneo e l'intensificarsi degli attacchi corsari alle coste della Sardegna¹⁴⁹ preoccuparono la corona spagnola tanto che, nel 1583, i tre rami del Parlamento dell'isola si riunirono per definire il progetto della Reale Amministrazione delle Torri, un'istituzione preposta alla difesa costiera che aveva il compito di amministrare le risorse necessarie per la costruzione delle torri e per il loro mantenimento. La sua nascita venne ufficialmente sancita solo nel 1587 con l'emanazione di una legge da parte di Filippo II¹⁵⁰.

Le nuove torri che l'Amministrazione avrebbe dovuto edificare erano destinate ai siti ancora sguarniti di postazioni adeguate, sia d'iniziativa pubblica sia privata. Di fatto, l'attività dell'Istituzione si rivelò assai limitata rispetto alle aspettative: tra il 1587 e il 1714 furono infatti edificate solo 42 torri¹⁵¹, mentre quelle esistenti restarono a carico delle

145 In una relazione successiva (1580) redatta dal De moncada e sottoscritta da Giacomo Palearo Fratino si segnalavano nuove torri anche a protezione delle Bocche di Bonifacio (torre di Capo Testa e di Longosardo), la torre di Badde Jana eretta in posizione più arretrata a protezione del villaggio di Villanova Monteleone e la torre del Falcone eretta ad integrazione del subsistema eretto per proteggere il Golfo dell'Asinara. Cfr. M. RASSU, *Sentinelle del mare...*, op. cit., p. 26.

146 «Una valida difesa del regno, ritenevano gli osservatori, poteva avvenire solo dotandolo di un sistema di fortezze collocate anche al di fuori del paese», in A. SPAGNOLETTI, *Il Regno di Napoli, un'isola in continua guerra*, in B. ANATRA et al. (a cura di), *Contra moros y turcos. Politiche e sistemi di difesa degli stati mediterranei della corona di Spagna in Età Moderna*. Atti del Convegno internazionale di studi Villasimius-Baunei 20-24 settembre 2005, Dolianova 2010, v. 1, p. 18.

147 Cfr. J.F. FARA, *De chorographia Sardiniae: libri duo. De rebus sardois: libri quatuor*, Cagliari 1585, in V. ANGIUS, *De chorographia Sardiniae libri duo. De rebus Sardois libri quatuor*, Cagliari 1838.

148 Il Fara riferisce della presenza delle seguenti nuove torri: Sant'Andrea, Mortorius, Cala Regina, Fenugu, Capo Boi, Fortezza Vecchia, Cala Caterina, Isola dei Cavoli, Porto Giunco, Santa Maria Navarrese, Castellaccio di Fornelli, Capo Marargiu, Argentina, Ischia Ruia, Puttu, Marceddi, Sarbaçai, Sant'Isidoro di Teulada, Colombo, Zavorra, Su Loi. Le torri di Capo San Marco nella penisola del Sinis e di Porto Conte ad Alghero risultavano ancora in costruzione. Cfr. M. RASSU, *Sentinelle del mare...*, op. cit., p. 27.

149 Clamoroso fu l'attacco a Quartu Sant'Elena, alle porte di Cagliari, che suscitò grande preoccupazione da parte del Parlamento sardo. Cfr. *Ivi*, p. 117.

150 La Reale Amministrazione delle Torri o *Administratio del dret del Real* era divisa in due 'stamenti': uno per il Capo di Sotto, Cagliari, e uno per il capo di Sopra, Sassari. Il Viceré assunse l'incarico di capo dell'Amministrazione e luogotenente generale dell'isola. A lui spettava il compito di nominare alcaidi, artiglieri, soldati, barcaroli preposti alla difesa di ogni torre nonché i trasferimenti da un presidio all'altro. Inoltre, vi erano tre consiglieri in rappresentanza dei tre rami del Parlamento o *estamentos*. Cfr. *Ivi*, p. 118.

151 Si trattava delle torri di Porto Scuso, Bari, Capo Ferrato, Monte Rosso, Abbacurrente, Cala Fighera, Bellavista, Pelosa, Poetto, Porto Corallo, Chia, Malfatano, Isola Rossa, Piscinni, Scaffa, Frigiano, Porto Paglia, Serpentara, Cala Pira, San Lorenzo, Porto Scudo, Cala Piombo, Genna 'e Franu, Budello, Cala d'Ostia, Santa Lucia, San Giovanni della Caletta, Vignola, San Giovanni di Sinis, Foxi, Cala d'Arena, Cala d'Oliva, Trabuccato, Calamosca, San Gemiliano, Sevo, del porto di Cabras, Dieci Cavalli, Isola dei Cavoli, Salinas, Carcangiolas, Is Mortorius. Cfr. *Ivi*, pp. 137-178.

amministrazioni municipali e dei signorotti locali¹⁵². Poiché l'attività dell'Amministrazione era finanziata attraverso l'imposizione di pesanti tributi gravanti sulle popolazioni locali, il suo operato fu caratterizzato dalla costante penuria di risorse, aspetto costantemente ribadito nelle fonti archivistiche. Inoltre, la sua scellerata gestione e la dilagante corruzione dei suoi funzionari ne decretarono la sostanziale inefficacia, anche in virtù del pressoché totale, e frustrante, disinteresse del Governo centrale.

Gli inizi del XVII secolo sotto il regno di Filippo III (1598-1621) segnarono, difatti, il declino di questa Amministrazione, segnalato da un deciso affievolimento delle attività di fortificazione e persino da una significativa riduzione degli interventi di manutenzione¹⁵³. Nemmeno il rinnovato interesse per l'Isola da parte della Francia, nuovamente in guerra contro la Spagna dal 1635, servì a sollecitare un intervento concreto della Corona spagnola in Sardegna, e l'attività dell'Amministrazione proseguì senza grandi mutamenti.

Dal 1714 al 1717 la Sardegna passò sotto il dominio austriaco. La reale Amministrazione rimase in vita anche in questo breve periodo, ma non ne sono documentate attività. Il passaggio dal dominio asburgico a quello sabauda, sancito dai patti siglati a L'Aja nel 1720, determinò un nuovo assetto del sistema difensivo costiero e, quindi, dell'Amministrazione che lo gestiva. In generale, la strategia sabauda di potenziamento mirò a contrastare gli assalti barbareschi, agevolando il ripopolamento delle aree costiere e il contrasto del fenomeno del contrabbando. A questo scopo nel 1720 fu ordinata all'ingegnere Antonio Felice de Vincenti, Capitano delle Torri, una prima ricognizione in situ, al fine di documentare lo stato dei litorali per rinnovarne le fortificazioni. I risultati vennero riportati in una relazione datata 1736, nella quale si indicavano le nuove torri da insediare¹⁵⁴. Seguirono ulteriori progetti di riorganizzazione del sistema difensivo, ma non riscosero grande successo.

Intorno alla metà del XVIII secolo il conte Bricherasio organizzò una nuova ricognizione del sistema costiero¹⁵⁵, per ottenere il parere favorevole degli amministratori locali per il cofinanziamento delle nuove fabbriche¹⁵⁶. In linea generale, la scelta per le nuove costruzioni riguardò siti pianeggianti, così da stimolare le attività agricole e facilitare il processo di colonizzazione¹⁵⁷. Vennero così costruite le torri di Calasetta (1737) e Canai (1740) con lo scopo di proteggere gli agricoltori dell'iglesiente e agevolare il popolamento dell'Isola di Sant'Antioco. Pochi anni dopo fu avviata la costruzione della torre di San Giovanni a protezione del Salto di Sàrrala (1764) e della torre di Cala Domestica (1765), a protezione del porticciolo utilizzato per l'imbarco dei minerali estratti nelle vicine miniere¹⁵⁸. In prossimità del sito in cui sorgeva la vecchia torre venne poi riedificata la torre di Cala d'Ostia (1773), e vennero profondamente modificate quelle di Porto Corallo, Santa Lucia e la Fortezza Vecchia di Villasimius. Sul finire del secolo furono edificate anche le torri di Capo Frasca (1784), e il Forte San Vittorio (1768) sull'Isola

152 G. MELE, *Torri e cannoni...*, op. cit., p. 110.

153 Questi aspetti sono documentati in una relazione pubblicata nel 1612 da Martin Carrillo, inviato dal sovrano nell'isola in veste di Visitatore Generale. Egli denunciava la situazione di grave inefficienza del sistema fortificato: disfacimento delle torri e inadeguatezza della vigilanza costiera furono i principali problemi rilevati. Cfr. C. VIRDIS, *La torre di Porto Giunco. Dalla scala del Paesaggio al progetto di restauro*, tesi di laurea, Università di Cagliari, luglio 2015, p. 24.

154 Nella Relazione del De Vincenti è documentata l'esistenza di 82 torri ancora operative e si propone la realizzazione di altre 33. I siti scelti sono concentrati prevalentemente nelle zone più sguarnite (costa orientale, costa settentrionale). Le nuove torri di cui si propone la realizzazione sono riportate in E. ALTARA, *Guida alle torri costiere della Sardegna. 1000 anni di incursioni barbaresche*, Cagliari 2013, p. 51.

155 M. CABRAS, *Le opere del De Vincenti e dei primi ingegneri militari in Sardegna nel periodo 1720-1745*, in *Atti del XIII congresso di storia dell'architettura (Sardegna)*, Cagliari 6-12 aprile 1963, vol. I, pp. 291-310, vol. II, pp. 277-309. Cit. in M. RASSU, *Sentinelle del mare...*, op. cit., p. 181.

156 G. MELE, *Torri e cannoni...*, op. cit., p. 117.

157 *Ivi*, p. 119.

158 M. RASSU, *Sentinelle del mare...*, op. cit., pp. 193-196.

di San Pietro. L'ultima postazione del sistema ad essere eretta fu la torre di Murtas, a protezione delle campagne di Quirra (1794).

A partire dai primi decenni dell'Ottocento il panorama politico del Mediterraneo europeo mutò nuovamente, e vennero avviati rapporti diplomatici più efficaci tra le potenze egemoni. Si pose così fine all'epoca delle grandi scorrerie piratesche¹⁵⁹. Le torri costiere non furono però dismesse, conservando il ruolo di vigilanza costiera, unitamente alle funzioni di controllo sanitario e doganale. Il loro progressivo abbandono, dovuto alla perdita di funzionalità dei singoli apparati, portò poi il governo sabauda alla soppressione della Reale Amministrazione delle Torri. Fu con Decreto Regio n°93¹⁶⁰, emanato il 17 settembre 1842, che Carlo Alberto, dopo ben 250 anni di attività, siglò dunque la sua definitiva soppressione.

1.5. Dalla rifunzionalizzazione nel secondo conflitto mondiale ad oggi

In seguito alla soppressione dell'Amministrazione nel 1842, il governo sabauda ordinò numerosi studi per stabilire una nuova regolamentazione per le oltre cento torri costiere dell'Isola, di cui 63, al tempo, ancora presidiate. Allo scopo di rifunzionalizzare le fabbriche turrite sopravvissute furono presentati diversi progetti di riqualificazione. Si possono citare ad esempio due progetti ministeriali, l'uno del 1843 e l'altro del 1848, il progetto del generale Incani del 1844, quello del contrammiraglio Albin del 1845 e il progetto del Brignone del 1849¹⁶¹. Infine nel 1850 anche Alberto della Marmora, in seguito a una ricognizione generale dei siti, elaborò un progetto di riordinamento delle coste¹⁶². Tuttavia tutti questi programmi non vennero mai realizzati a causa delle ingenti risorse necessarie alla loro attuazione.

Le torri costiere, divenute ormai obsolete, erano ormai da tempo in abbandono. Quando, in seguito alla proclamazione del Regno d'Italia, nel 1861, venne avviato un processo di generale riorganizzazione del settore della difesa, emerse più che mai l'inadeguatezza di questi fabbriche, nonché l'oggettiva difficoltà del reperimento delle risorse necessarie all'avvio di un processo di riqualificazione. Gli antichi baluardi costieri rappresentavano oramai un onere insostenibile per lo Stato e, per questa ragione,

159 E. ALTARA, *Guida alle torri costiere della Sardegna. 1000 anni di incursioni barbaresche*, Cortona 2007, pp. 66-67.

160 Il nuovo ordinamento, sintetizzato in 12 articoli, stabiliva che: 1) ogni torre litoranea sarebbe entrata a far parte delle Regie Fortificazioni e quindi sotto il diretto controllo del Governo centrale; 2) l'Amministrazione delle torri veniva ufficialmente soppressa; 3) sarebbero state date disposizioni sulla consegna delle proprietà e documenti in capo alla Generale Intendenza delle Regie Finanze; 4) redditi e spese delle torri sarebbero stati gestiti dall'Intendenza Generale del Regno; 5) l'Intendenza avrebbe tenuto una contabilità a parte per il bilancio relativo alle torri; 6) era previsto un resoconto annuale alla Segreteria di Stato; 7) i fondi eccedenti sarebbero stati utilizzati per fortificazioni o opere di pubblica utilità; 8) i dipendenti dell'Amministrazione avrebbero continuato a ricevere lo stipendio o sarebbero stati ricollocati; 9) il comando del personale e del materiale relativo alle torri sarebbe stato assunto dal locale comandante di artiglieria con sede a Cagliari, sotto la direzione del viceré; 10) gli impiegati dell'Amministrazione sarebbero stati ricollocati presso gli uffici dell'Intendenza Generale in Cagliari e la Viceintendenza generale in Sassari; 11) il Primo Segretario della Guerra e della Marina avrebbe preso accordi con la Regia Segreteria di Stato per affari inerenti la Sardegna richiedendo l'approvazione del Governo centrale per operazioni inerenti la classificazione, l'armamento e il presidio delle torri con lo scopo di tutelare anche la salute pubblica, il commercio e l'osservanza delle leggi doganali; 12) le disposizioni emanate avrebbero avuto effetto dal 1° gennaio 1843. Cfr. *Ivi*, pp. 68-69.

161 *Ivi*, p. 69.

162 A. DELLA MARMORA, *Quistioni marittime spettanti all'isola di Sardegna. Ragionamento del L.T.G. Alberto Della Marmora*, Cagliari 1850.

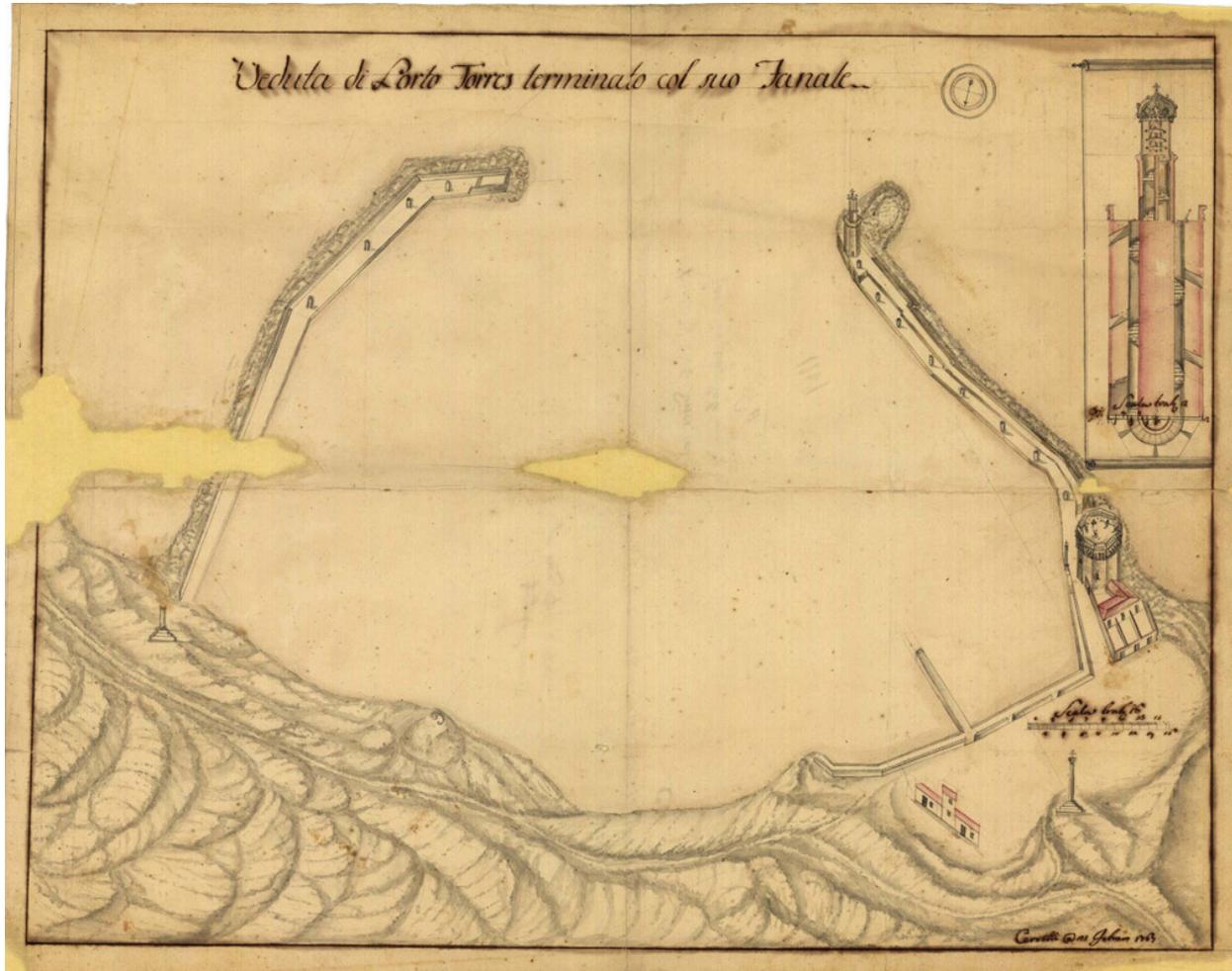
furono dismessi con il Regio Decreto n°3786 del 25 aprile 1867¹⁶³. In realtà alcune torri furono mantenute in uso e passarono sotto il controllo della Marina o del Ministero delle Finanze con funzioni anti-contrabbando. Dovendo ospitare nuove funzioni, venne modificato anche l'assetto architettonico di molte di queste. È a questo periodo che si realizza, in molti manufatti, l'inserimento delle scale d'accesso, unitamente ad alcune variazioni dell'assetto distributivo, alla modifica delle feritoie e delle troniere in bucatre tradizionali alla tamponatura delle cannoniere e alla trasformazione della piazza d'armi attraverso la realizzazione di nuovi corpi di fabbrica¹⁶⁴.

Intorno al 1880, in seguito alla mutata situazione politica internazionale che vide l'Italia nuovamente in contrasto con la Francia, si rese necessaria la riattivazione di un apparato di difesa costiero, che venne però concentrato nell'Isola della Maddalena e non coinvolse le antiche torri. Anche con l'istituzione, dopo la Prima Guerra Mondiale (1919), della Commissione Mista Esercito-Marina incaricata di avviare la riorganizzazione della difesa costiera, fu privilegiato il potenziamento difensivo dell'arcipelago della Maddalena.

Fig. 09. Porto Torres e la sua torre, poi trasformata in faro, 1763. In ASC, Veduta di Porto Torres terminato col suo fanale, Tipi e Profili, 199-002.

163 Con Regio Decreto n°3786 del 25 aprile 1867 Vittorio Emanuele II dismise 162 postazioni fortificate dell'isola tra cui le torri costiere. Queste cessarono di essere considerate fortificazioni e ne venne ordinato il disarmo. Cfr. E. ALTARA, *op. cit.*, p. 70.

164 M. RASSU, *Sentinelle del mare...*, *op. cit.*, p. 218.



Con il profilarsi di un conflitto aeronavale con Francia e Gran Bretagna, l'Isola assunse nuovamente un ruolo di grande rilevanza strategica. Fu così che vennero realizzate numerose batterie costiere antinave e antiaeree. Alla vigilia del secondo conflitto mondiale venne realizzata, infatti, una rete di punti di avvistamento ottico e di bunker lungo tutto il litorale isolano. Per la loro posizione privilegiata, le torri costiere furono spesso scelte, quindi, come efficaci visuali strategiche, all'interno o in prossimità delle quali localizzare le nuove postazioni difensive. Alcune torri furono trasformate radicalmente in funzione delle nuove esigenze: è questo il caso della torre di San Giovanni di Sàrrala a Tertenia, nella quale fu realizzato un doppio ordine di feritoie e i camminamenti perimetrali, della torre di Carcangiolas, trasformata in un vero e proprio bunker, o della torre di Marceddi, al cui corpo principale fu addossato un nuovo volume. Numerosi furono anche i casi di torri nei cui pressi, anche per esigenze di mimesi, si realizzarono nuove postazioni di avvistamento: Cala Regina, Cala Fighera, Cala Domestica, Pixini, Columbargia, Airadu etc.¹⁶⁵.

Terminata la guerra, si è assistito al progressivo abbandono del sistema difensivo costiero ed alla realizzazione di una serie di interventi di restauro. Si è trattato perlopiù di interventi puntuali, spesso dovuti a esigenze contingenti, non inscritti in una visione unitaria e sistemica, che hanno riguardato prevalentemente le torri più accessibili o quelle di dimensioni maggiori o comunque atte ad ospitare nuove funzioni. Negli anni '60 furono restaurate le torri di Bosa e Portoscuso. Negli anni '70 e '80 fu la volta delle torri di Porto Torres, Longosardo, Calasetta. Sul finire del secolo vennero compiuti numerosi restauri tra cui quello della torre di San Giovanni di Sàrrala a Tertenia, di Torregrande a Oristano, Canai a Sant'Antioco, Chia, San Giovanni di Sinis.

Poche sono le esperienze di intervento più articolate, che hanno riguardato un 'sistema' di torri. Questo è il caso delle torri della costa occidentale, area Bosa-Tresnuraghes, che recentemente sono state oggetto di un intervento di restauro conservativo curato dalla Soprintendenza. Nel 2010 anche l'Agenzia regionale Conservatoria delle coste ha avviato un intervento di restauro conservativo che ha riguardato 9 torri appartenenti al Demanio regionale: Torre La Pegna ad Alghero, Torre del Prezzemolo e Torre del Poetto a Cagliari, Torre del Budello e Torre di Capo Malfatano e Torre di Porto Scudo a Teulada, Torre di Scal'e Sali, Torre di Capo Mannu e Torre Sa Mora a San Vero Milis. L'intervento è stato attivato con le risorse attribuite dai fondi FAS e inserito nell'ambito della linea strategica 'Gestione integrata delle zone costiere' dell'Accordo di Programma Quadro 'Sostenibilità ambientale' siglato il 18 luglio 2007 tra il Governo della Repubblica Italiana e la Regione Autonoma della Sardegna¹⁶⁶. Il progetto¹⁶⁷ si articola in 4 tipologie di intervento: restauro conservativo dei manufatti, messa in sicurezza dei costoni rocciosi, riqualificazione della viabilità di accesso e delle aree contigue e, infine, attività di promozione per la valorizzazione delle torri come elementi di un sistema a rete. L'intervento è attualmente in corso.

L'attuale stato di conservazione del sistema costiero è complessivamente discreto, sebbene vi siano numerose torri ancora in stato di avanzato degrado. Il regime di godimento appare ancora molto variegato; conseguentemente i soggetti preposti alla loro tutela e conservazione sono molteplici. Tra questi troviamo il Demanio della Regione Autonoma della Sardegna e l'Agenzia regionale Conservatoria delle coste che, in alcuni casi, rappresenta il soggetto gestore, il Demanio dello Stato nei suoi diversi Rami, i Comuni e alcuni soggetti privati. Questa molteplicità di soggetti non può che tradursi in una disomogeneità nell'approccio all'intervento e quindi nella mancanza di una visione unitaria del sistema e della sua conservazione, superabile soltanto attraverso una lettura multidisciplinare e integrata.

¹⁶⁵ G. CARRO, D. GRIONI, *Fortificazioni e sistemi difensivi in Sardegna nel periodo contemporaneo*, Cagliari 2005.

¹⁶⁶ <http://www.sardegnaambiente.it/index.php?xsl=1809&s=23&v=9&c=9479&es=4272&na=1&n=10>

¹⁶⁷ Maggiori dettagli sull'intervento sono contenuti all'indirizzo <http://www.sardegnaorri.eu/>.

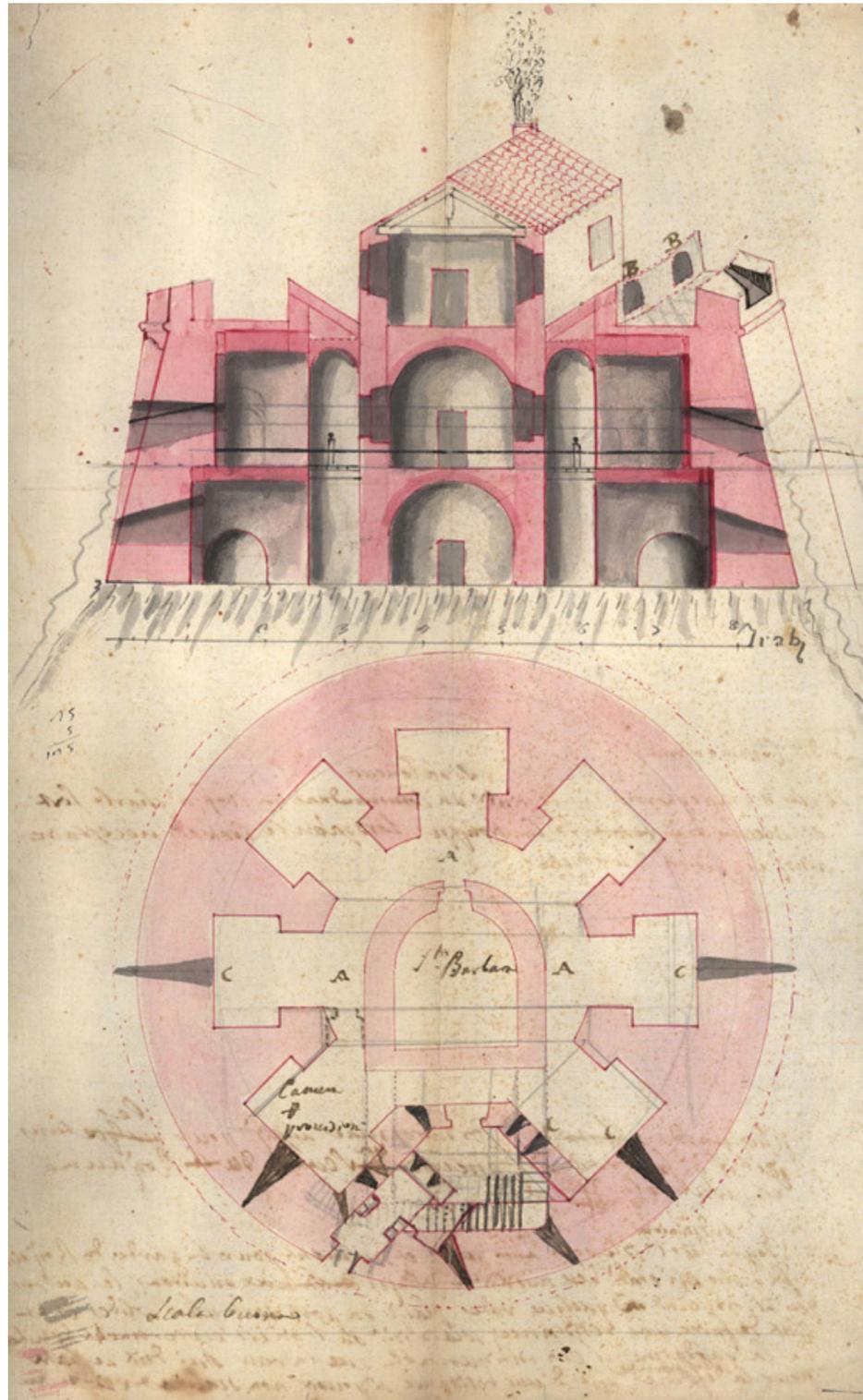


Fig. 10. Progetto per il Forte Vittorio, 1741. In ASC, Sezione e pianta della Torre di Carloforte, Tipi e profili, 0010-005-200.

Nella pagina seguente:

Fig. 11. Carta della Sardegna che rappresenta l'evoluzione del sistema di torri.

Capitolo 1

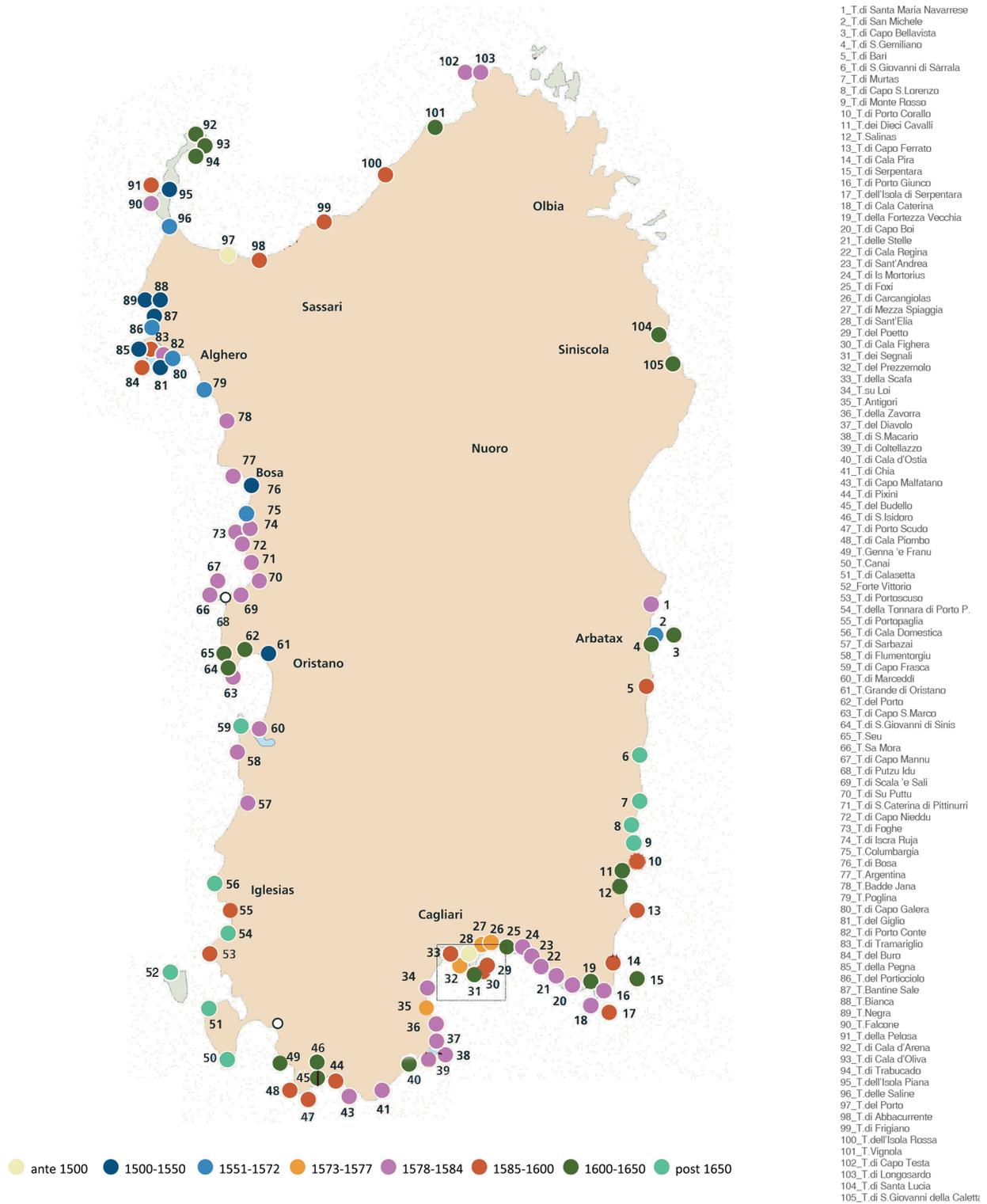
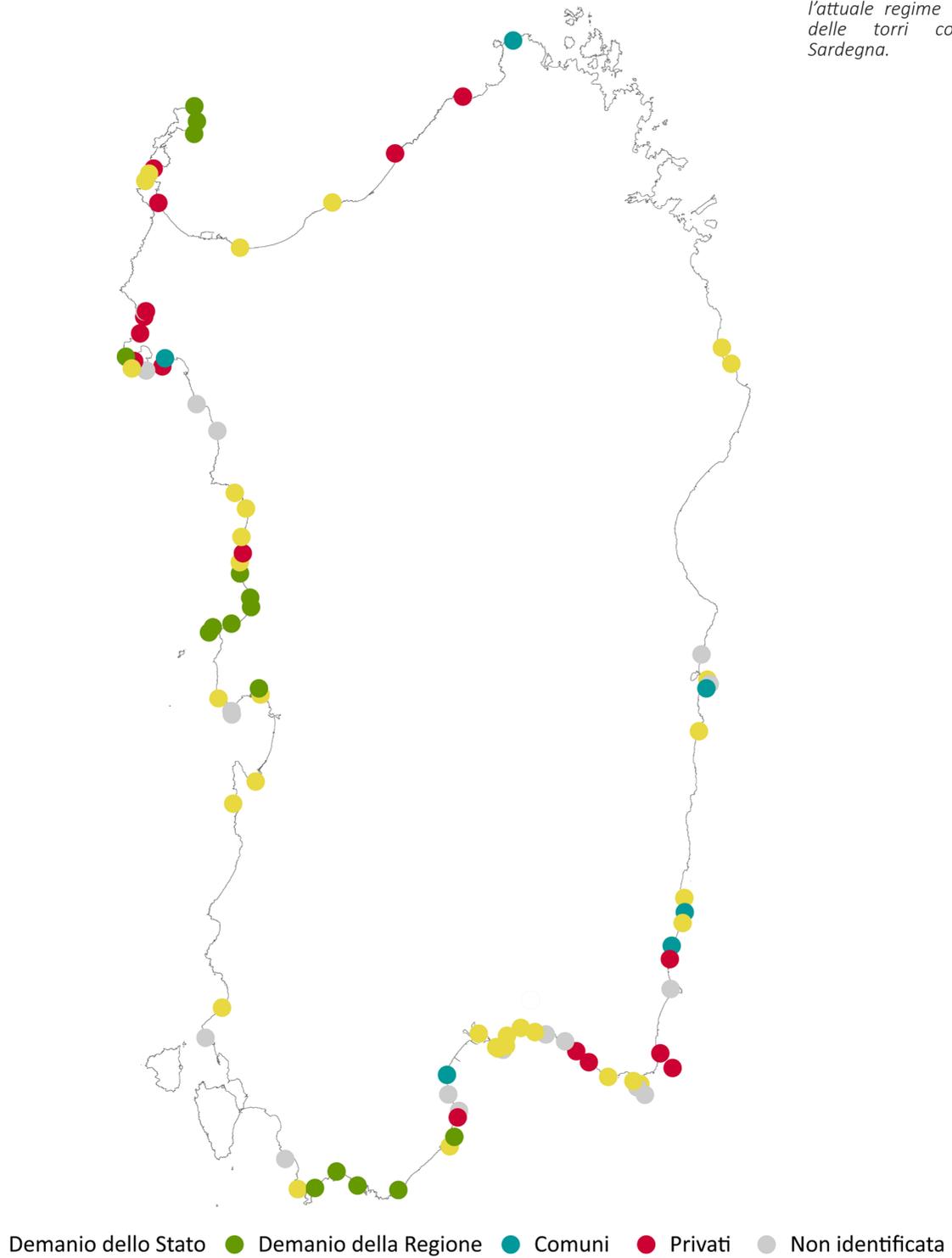


Fig. 12. Mappa che rappresenta l'attuale regime di godimento delle torri costiere della Sardegna.



2

UN NUOVO APPROCCIO METODOLOGICO A UN TEMA
NOTO

2. UN NUOVO APPROCCIO METODOLOGICO A UN TEMA NOTO

Se il processo di riconoscimento e, conseguentemente, di attribuzione di valore, può essere interpretato quasi come una fase progettuale *'ante litteram'*, la conoscenza, accurata e meticolosa, è la premessa necessaria di ogni intento conservativo. Pertanto si rivela fondamentale, al fine di calibrare al meglio l'intervento restaurativo, procedere a una dettagliata fase analitica che miri a interpretare, comprendere e documentare il testo monumentale, le sue peculiarità architettoniche, i suoi caratteri tipologici, materici e costruttivi, unitamente alle sue vulnerabilità, alla cui risoluzione il progetto deve tendere. Con questa ambizione, per lo studio è stato scelto un approccio multidisciplinare di tipo archeometrico¹, mirato all'analisi del testo monumentale sotto differenti profili (archeologico, petrografico, morfologico, architettonico etc.).

L'applicazione di metodologie di ricerca proprie dell'archeologia per identificare e catalogare ('mettere in fase') le unità stratigrafiche murarie mediante la propedeutica documentazione filologica del sito e delle competenti fasi costruttive nasce dal desiderio di riconoscere e comprendere le trasformazioni che, nel corso dei secoli, hanno interessato queste torri, così da valutarne nel dettaglio sia il portato storico-testimoniale, sia la possibile vigenza di cause e concause di degrado e dissesto, originatesi storicamente proprio in conseguenza di quelle alterazioni e addizioni. L'individuazione delle singole fasi costruttive e delle relazioni cronologiche e spaziali che le definiscono è propedeutica, infatti, al concepimento di un progetto di restauro che conferisca uguale dignità a ogni fase, rispettando dunque l'autenticità materiale del manufatto, senza privilegiarne un'epoca rispetto a un'altra².

Dalla necessità di garantire un approccio sistemico al tema e quindi rilevare un elevato numero di esemplari deriva la scelta di integrare strumenti di rilievo più classici con tecniche innovative e a basso costo, basate su metodologie fotogrammetriche. Ciò ha consentito di acquisire in tempi relativamente ridotti un soddisfacente numero di dati relativi alle caratteristiche volumetriche dei fabbricati indagati, permettendo di verificare e, talvolta, confutare le precedenti classificazioni tipologiche³. Al contempo la ri-

1 «*Archaeometry (syn. archaeological science) is a formal field of study whose practitioners apply techniques and approaches from the physical, chemical, biological, and earth sciences and engineering to address archaeological questions and problems. Together, the sciences provide archaeology with empirical and systematic ways of collecting, analyzing, synthesizing, and interpreting data related to the inorganic and organic material record of human history. Investigations involve both instrumental and non instrumental approaches and target materials research (e.g., properties of substances and their constituents) as well as chemical and biological substances and residues from the molecular scale all the way up to macroscopically observable artifacts and ecofacts*». In E.C. WELLS, *Archaeometry: definition*, in *Encyclopedia of Global Archaeology*, New York 2014, pp. 468-470.

2 «*Essa è divenuta gradualmente parte delle forme di conoscenza su cui si ritiene che il progetto di restauro debba fondarsi e di cui debba tenere conto, insieme allo studio e alla diagnosi dei fenomeni di degrado e di dissesto*», in F. DOGLIONI, *Ruolo e salvaguardia delle evidenze stratigrafiche nel progetto e nel cantiere di restauro*, in *Archeologia de la arquitectura*, 2, 2002, pp. 113-130.

3 Fra gli autori che hanno proposto una classificazione tipologica delle torri costiere della Sardegna troviamo: F. FOIS, *Torri spagnole e forti piemontesi in Sardegna: contributo alla storia dell'architettura militare*. Cagliari 1981; G. MONTALDO, *Le torri costiere della Sardegna*, Sassari 1992; F. RUSSO, *La difesa costiera del Regno di Sardegna dal XVI al XIX secolo*, Roma 1992; M. RASSU, *Guida alle torri e forti costieri*. Cagliari 2000; M. RASSU, *Sentinelle del mare. Le torri della difesa costiera della Sardegna*. Dolianova 2005; E. ALTARA, *Guida alle torri costiere della Sardegna. 1000 anni di incursioni barbaresche*, Cortona 2007.

elaborazione del prodotto derivato dal processo di «fotomodellazione»⁴ ha fornito una dettagliata base sulla quale condurre i successivi studi analitici, rappresentando altresì un valido strumento di controllo ed elaborazione progettuale.

La grande attenzione che è stata riservata allo studio dei materiali e delle tecniche costruttive storiche ugualmente nasce dalla necessità di proporre, per l'intervento di restauro, l'adozione di materiali compatibili e di soluzioni tecniche e tecnologiche in grado di assicurare un comportamento omogeneo nel tempo. Tale compatibilità non va garantita solo rispetto alle proprietà meccaniche o chimico-fisiche dei materiali e delle componenti tecnologiche, ma anche rispetto al particolare contesto climatico e geografico nel quale le torri sono inserite, dunque, in una visione sistemica del problema, anche in riferimento al valore paesaggistico che questi siti, quasi uniformemente, realizzano.

La razionalizzazione del processo di gestione dei dati attraverso la sistematica catalogazione e lo sfruttamento delle potenzialità dei sistemi informativi territoriali ha consentito il mantenimento di una prospettiva sistemica, che tiene conto della appartenenza di questi manufatti a una rete funzionale sinergica, fatta di connessioni visive, relazioni gerarchiche, nonché di rapporti e riferimenti culturali e tecnico-costruttivi. L'interoperabilità dei dati raccolti e georeferenziati e la possibilità di una loro successiva fruizione da parte degli operatori del settore ambisce al superamento di una visione progettuale episodica, slegata dall'idea di una tutela integrata del paesaggio culturale, di cui le torri costituiscono chiari paradigmi. Al contempo, un modello non rigido per la raccolta dei dati consente di mantenere una buona flessibilità, pur considerando analiticamente le specificità di ogni fabbricato, estrapolandone però con facilità il dato statistico. L'obiettivo di questo studio non consiste infatti nell'identificare un modello concettuale che semplifichi la realtà, bensì un metodo che riconosca l'individualità e la complessità di ogni espressione architettonica⁵, e che si basi sulla preliminare consapevolezza delle relazioni che ogni singolo intervento può intessere con l'intera rete.

Il percorso metodologico che ha condotto ad una più precisa definizione degli orizzonti e, quindi, degli obiettivi di questa ricerca, costituisce la prima fase di approccio al tema e può essere così sintetizzato:

- documentazione dei siti attraverso fonti archivistiche, bibliografiche e iconografiche (analisi indiretta) e competente derivazione delle principali fasi costruttive;
- rilievo sistematico integrato, basato su tecniche tradizionali combinate con tecniche di fotomodellazione fondate sul concetto *SfM*.

In seguito all'identificazione dei casi studio, si è dato avvio a una seconda fase della ricerca nella quale è stato adottato un protocollo interdisciplinare e multidisciplinare che può essere sintetizzato nelle seguenti fasi:

- analisi tipologica;
- analisi stratigrafica;
- analisi delle strutture murarie con approccio archeometrico, attraverso la campionatura e lo studio delle tecniche costruttive murarie e dei materiali;

⁴ Libera traduzione del termine inglese 'photomodeling' con il quale «si intende il processo di operazioni effettuate in ambito digitale con le quali, a partire da immagini raster, si giunge alla creazione di un modello tridimensionale», in M. FILIPPUCCI, *Nuvole di pixel. La fotomodellazione con software liberi per il rilievo d'architettura. Pixel clouds. Free photomodeling software for architectural survey*. In *Disegnarecon*, vol. 3, n. 6, 2010.

⁵ C. FEIFFER, *La conservazione delle superfici intonacate: il metodo e le tecniche*, Ginevra-Milano 2006.

Capitolo 2

- catalogazione dei dati acquisiti e georeferenziazione con l'intento di stabilire un confronto dinamico;
- ricerca delle relazioni culturali e delle affinità materiche e costruttive tra le torri sarde e gli esemplari congeneri presenti in altre aree del Mediterraneo;
- sintesi critica e proposte di intervento.

Dall'analisi delle fonti alla definizione dei casi studio

Questo studio nasce nell'ambito di un più ampio progetto di ricerca condotto dalla cattedra di Restauro della Facoltà di Architettura dell'Università di Cagliari mirato a documentare le tecniche costruttive murarie tradizionali della Sardegna, in un periodo compreso tra il X e il XIX secolo, con l'obiettivo di produrne un 'Atlante'⁶. Il progetto nasce con l'indagine dei sistemi fortificati, tra i quali si inseriscono le torri costiere per l'avvistamento e la difesa oggetto del presente studio. Tali fabbricati, spesso in rovina e privi del tutto o in parte degli strati di rivestimento, offrono infatti la possibilità di rilevare e documentare agevolmente le strutture murarie, talvolta rilevabili anche nei rispettivi nuclei, restituendo quindi un quadro più completo delle morfologie e delle tecniche costruttive adoperate. Inoltre, grazie all'abbondanza delle fonti archivistiche e bibliografiche che ne documentano l'esistenza e le trasformazioni, questo patrimonio risulta, in genere, filologicamente datato, configurando dunque esemplari talvolta in grado di rappresentare, pur con i necessari adattamenti, *marker* cronologici utili anche alla datazione di architetture coeve.

Come già esposto nel precedente capitolo, il sistema di torri costiere della Sardegna si inquadra in un intervallo cronologico molto ampio ed è costituito da circa 105 esemplari⁷. Pertanto con l'intento di poter circoscrivere l'oggetto della ricerca e definirne quindi i limiti cronologici e geografici, si è proceduto a una prima campagna di rilievo capillare mirata alla documentazione del sistema nel suo complesso. In itinere, per stabilire un confronto fra fabbricati appartenenti allo stesso contesto culturale, è emersa la necessità di individuare un ambito di ricerca più ristretto, culturalmente e cronologicamente omogeneo (areale). Una prima scelta è stata pertanto quella di limitare lo studio alle torri edificate tra il XVI secolo e la prima metà del XVII; queste rappresentano circa l'80% del sistema difensivo sardo costituendo, dunque, la fase più significativa e produttiva del processo di fortificazione delle coste (Figg. 01 e 02).

L'operazione di rilievo sistematico, che ha riguardato 69 esemplari (Fig. 022), è stata

6 D.R. FIORINO, C. GIANNATTASIO, S.M. GRILLO, *Fortificazioni e cronologie. Protocolli conoscitivi per la conservazione* in D.R. FIORINO, M. PINTUS (a cura di), *Verso un atlante dei sistemi difensivi. Sardegna*, Napoli 2015, pp. 125-162.

7 I censimenti condotti in occasione delle precedenti pubblicazioni sull'argomento sono in tal senso discordanti. Infatti in F. FOIS, *op. cit.*, vengono catalogate 101 torri, mentre in G. MONTALDO, *op. cit.*, le torri schedate sono 105. Il secondo repertorio include anche fabbricati che non rientrano propriamente nella tipologia 'torri', come il Forte Vittorio a Carloforte o la Fortezza Vecchia a Villasimius che pure vennero inclusi amministrativamente nel sistema. Ancora in M. RASSU, *Sentinelle del mare...*, *op. cit.*, vengono iscritte nel sistema 109 torri. Il repertorio del Rasso, pur escludendo i forti sabaudi, individua alcune torri precedentemente non menzionate e della cui esistenza si ha notizia solo attraverso le fonti d'archivio, e prevede una doppia schedatura per quei fortificati che sono stati oggetto di demolizione e ricostruzione. Infine in E. ALTARA, *op. cit.*, si parla di 98 esemplari, includendo stavolta le sole torri costiere. È evidente che i criteri stabiliti dai diversi autori per la catalogazione sono differenti; di conseguenza, i parametri adottati in questo lavoro sono frutto di un compromesso tra i differenti repertori. In linea generale si è scelto di inscrivere nel repertorio le sole torri e forti inclusi amministrativamente nel sistema e ubicati lungo le coste, prevedendo un'unica scheda anche per quei fortificati che furono oggetto di radicali trasformazioni.

supportata da una preliminare ricerca d'archivio, guidata dalle indicazioni contenute nelle opere dei più illustri studiosi dell'argomento quali Evandro Pillosu⁸, Foiso Fois⁹, Gianni Montaldo¹⁰, Flavio Russo¹¹, Massimo Rassu¹², Edoardo Altara¹³. L'analisi delle fonti ha consentito di documentare le fasi salienti, costruttive e trasformative, di ciascuna torre (Fig. 04). Infatti, come già accennato, l'abbondanza di fonti documentarie sull'argomento consente una datazione molto precisa dell'impianto di quasi tutti i manufatti, nonché dei principali interventi di ristrutturazione eseguiti nel corso dei secoli.

La consultazione degli archivi

La ricerca ha interessato in prima istanza l'**Archivio di Stato di Cagliari** nel quale, nell'omonimo fondo, è conservata una copiosa documentazione sull'attività della Reale Amministrazione delle torri. Questo fondo contiene, infatti, 263 unità e copre un arco temporale che va dal 1592 al 1842. Nello specifico, lo studio si è concentrato su documenti

8 E. PILLOSU, *Le torri litoranee in Sardegna*. In *Nuovo Bollettino bibliografico sardo*, v. 3, 1958, n. 15; E. PILLOSU, *Un inedito rapporto cinquecentesco sulla difesa costiera della Sardegna*. Di Marco Antonio Camos. In *Nuovo Bollettino bibliografico sardo*, v. 4, 1959, nn. 21-24; v. 5, 1960, n. 25.

9 F. FOIS, *op. cit.*.

10 G. MONTALDO, *Apprestamenti difensivi costieri*. In T.K. KIROVA (a cura di), *Arte e cultura del '600 e del '700 in Sardegna*, Napoli 1984; G. MONTALDO, *Le torri costiere della Sardegna*, *op. cit.*; G. MONTALDO, *Le torri costiere: un formidabile sistema di difesa del Regno di Sardegna nella Corona di Spagna*, in B. ANATRA ET ALII (a cura di), *Contra moros y turcos. Politiche e sistemi di difesa degli stati mediterranei della corona di Spagna in Età Moderna*. Atti del Convegno internazionale di studi Villasimius-Baunei 20-24 settembre 2005, Dolianova 2010, v. 1, pp. 759-766.

11 F. RUSSO, *op. cit.*.

12 M. RASSU, *Sentinelle del mare...*, *op. cit.*; M. RASSU, *Guida alle torri ...*, *op. cit.*; M. RASSU, *Quelle fortezze progettate al risparmio salvarono la Sardegna dai pirati*, in *Informazione, Periodico dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Cagliari*, 1999, n. 83, pp. 18-23; M. RASSU, *Itinerario nel Capo Carbonara*, in *Sardegna Magazine New*, dicembre 1995, p. 19; M. RASSU, *Serpentara, l'epopea di una torre*, in *Sardegna Magazine New*, ottobre 1995, p. 16; M. RASSU, *I 400 anni della Torre di Portoscuso*, in *Sardegna Magazine New*, giugno 1995, p. 11; M. RASSU, *Itinerario costiero nel Sinis*, in *Sardegna Magazine New*, aprile 1995, p. 14; M. RASSU, *La Torre di Porto Paglia*, in *Sardegna Magazine New*, maggio 1994, p. 11; M. RASSU, *Il forte sabauda di Sant'Antioco*, in *Sardegna Magazine New*, marzo 1994, p. 11.

13 E. ALTARA, *op. cit.*.

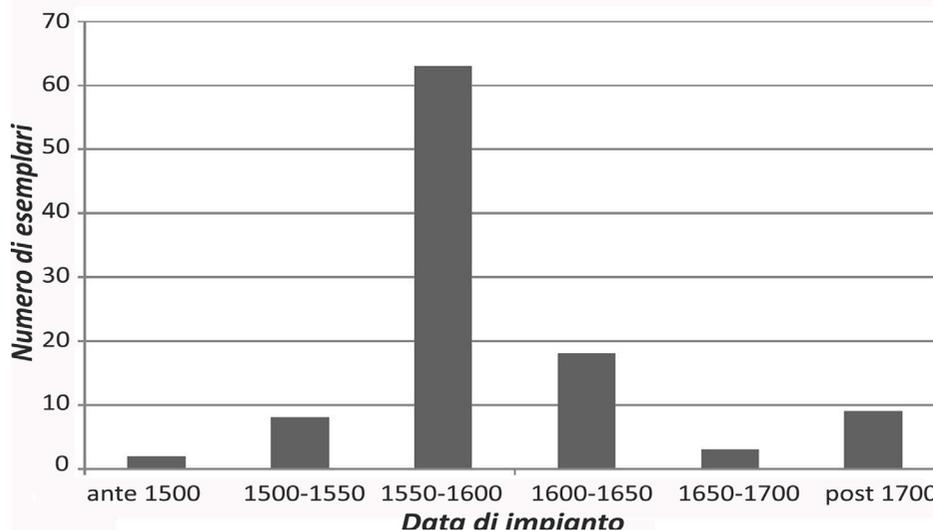


Fig. 01. Grafico che rappresenta l'evoluzione del sistema di torri costiere della Sardegna.

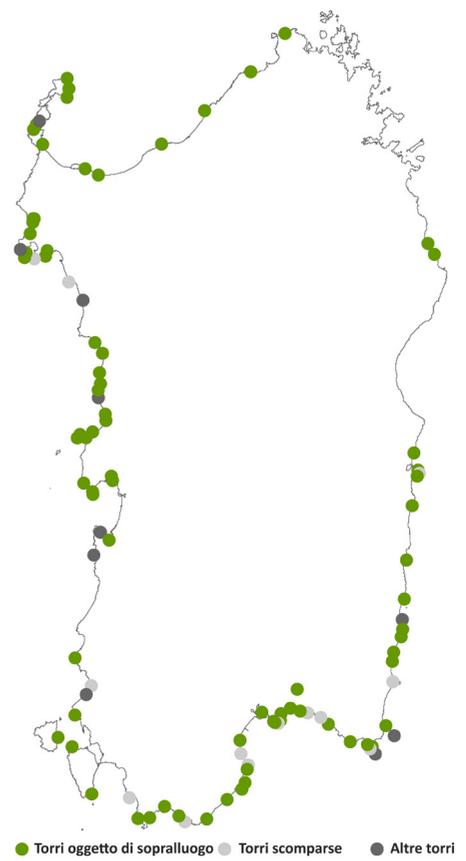
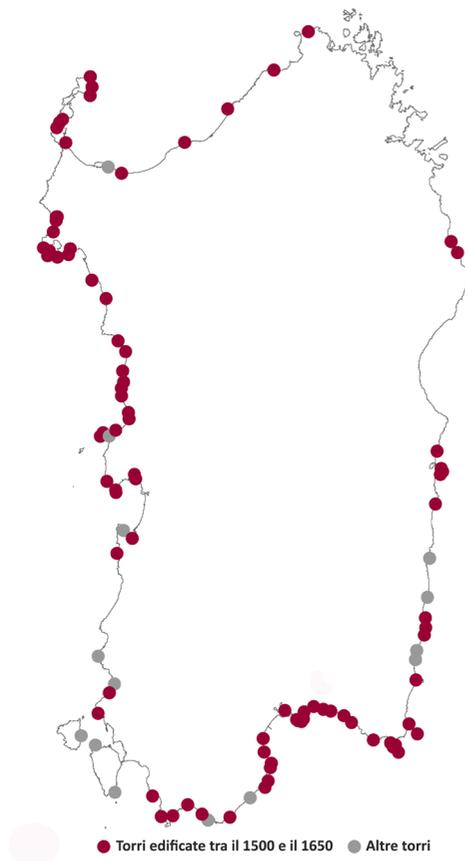
utili a descrivere e datare le fasi di realizzazione e i restauri dei manufatti indicati, con particolare interesse per il reperimento di documentazioni tecniche, quali computi metrici estimativi, capitolati e contratti d'appalto. Totalmente assenti sono risultati invece gli elaborati grafici¹⁴. Sempre all'interno dello stesso archivio è stato poi preso in esame il fondo *Antico Archivio Regio*, un complesso documentario contenente 6 pergamene, 446 registri, 442 fascicoli, 37 mazzi, 95 volumi, 13 buste, costituito dai materiali delle magistrature preunitarie risalenti al periodo della dominazione catalano-aragonese e spagnola (1323-1720) e sabauda (1720-1847). L'immenso *corpus* è suddiviso per materia in cinque repertori o indici: materie politiche e di governo, materie giuridiche, materie economiche, materie militari e materie ecclesiastiche. Particolare attenzione è stata ovviamente prestata ai documenti di natura militare¹⁵. Inoltre i fondi *Segreteria di Stato e di Guerra* - importante archivio contenente 3935 unità - e *Intendenza Generale del Regno di Sardegna*, costituito da 3716 unità, entrambi relativi al periodo di dominazione sabauda (1720-1848), si sono rivelati preziosi per la documentazione di alcuni interventi operati sulle torri in quel periodo.

14 Trattandosi di impianti tipologicamente e costruttivamente affini, spesso costruiti anche dalle stesse maestranze (progettisti e esecutori), gli elaborati grafici erano in genere ridotti all'osso o, probabilmente, addirittura inesistenti.

15 <http://www.archivioistatocagliari.it:443/patrimonioarchivio/schedaPatrimonioDocumentario-ArchivioStatoCagliari.html?tipologia=&open=F440109&t=F>

Fig. 02. La mappa evidenzia le torri edificate tra il XVI secolo e la prima metà del XVII.

Fig. 03. Mappa che rappresenta le torri oggetto di sopralluogo.



La ricerca si è poi spostata all'**Archivo General de Simancas**¹⁶, creato nel XVI secolo per conservare i documenti emanati dagli organismi centrali del governo spagnolo. L'archivio sorge nella piccola cittadina di Simancas nei pressi di Valladolid. L'organizzazione dei fondi replica la struttura amministrativa a partire dal dominio dei Re Cattolici (fine del XV secolo) fino alla caduta dell'Antico Regime (inizi del XIX sec.). Nello specifico sono stati analizzati alcuni documenti contenuti nel fondo *Consejo de Guerra*, nella sezione *Guerra y Marina*. Il repertorio copre un arco temporale che va dal 1386 al 1706, sebbene predominino i documenti relativi ai secoli XVI e XVII. Esso contiene 438 libri e 4015 *legajos* inerenti la documentazione prodotta dall'organo (Consiglio) deputato alla gestione delle materie militari.

Una tappa fondamentale è stata quella all'**Archivo de la Corona de Aragón** a Barcellona. Fondato già nel 1318, l'archivio conserva la documentazione dei conti di Barcellona e re di Aragona, Valencia e Mallorca (secoli IX-XVII), oltre agli archivi di diverse istituzioni civili ed ecclesiastiche e ad archivi privati riferiti ai territori della corona di Aragona (secoli X-XX)¹⁷. Molte unità di questo archivio sono state digitalizzate e, in seguito alla proficua visita durante la quale è stato possibile ottenere alcune informazioni circa la struttura e i contenuti dei fondi documentali, la ricerca ha poi avuto seguito grazie alla consultazione *online*. Sono stati analizzati diversi documenti contenuti nei fondi *Consejo de Aragón*, *Cancilleria*, *Real Patrimonio*. Il portale di archivi spagnoli PARES¹⁸ contiene inoltre una copiosa documentazione iconografica organizzata all'interno del catalogo denominato *Mapas, Planos y Dibujos*, anch'essa disponibile per la consultazione *online*.

Molto utile per la documentazione degli interventi attuati durante la dominazione sabauda è stata la consultazione delle fonti contenute nell'**Archivio di Stato di Torino**, nel quale l'attività della Reale Amministrazione è documentata nella *Categoria 3 - Amministrazione torri, fabbrica, dotazione, armamenti* che contiene documenti relativi all'Amministrazione Reale riferiti a un arco cronologico compreso tra il XVI e il XIX secolo.

L'approfondimento relativo alle torri della Corsica, che sono state oggetto di confronto con le torri sarde, è stato sviluppato anche grazie alla documentazione reperita presso l'**Archivio di Stato di Genova**¹⁹. In particolare, è stata consultata la sezione *Turrium* del fondo *Corsica*, relativa alla corrispondenza intercorsa tra la Repubblica di Genova e il

Magistrato di Corsica, nella quale sono stati visionati interessanti documenti relativi ai lavori di costruzione delle torri corse, frequentemente impreziositi da dettagliati disegni

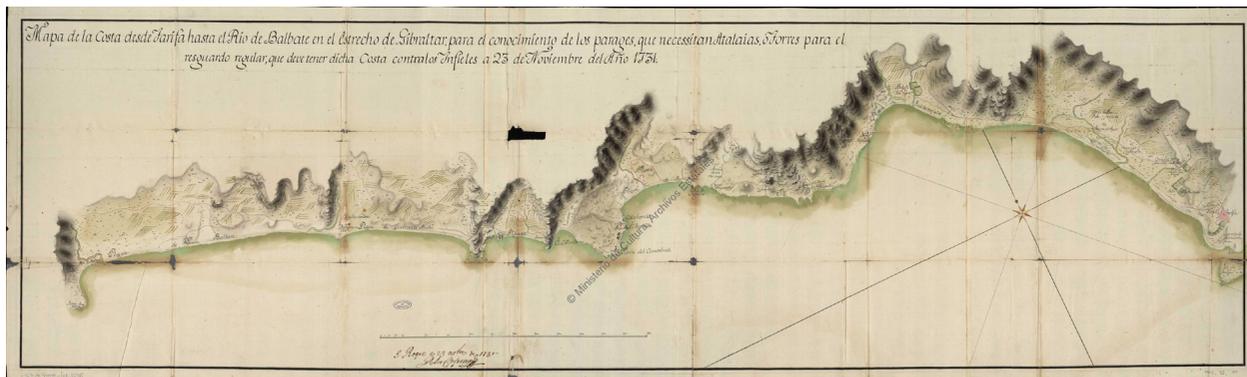
16 <http://www.mecd.gob.es/cultura-mecd/areas-cultura/archivos/mc/archivos/ags/portada.html;jsessionid=9885CBE1B991B8F05F174B58D1D0FB5>

17 <http://www.mecd.gob.es/cultura-mecd/areas-cultura/archivos/mc/archivos/aca/fondos-documentales/introduccion.html>

18 <http://pares.mcu.es/>

19 La consultazione dell'Archivio di Stato di Genova è stata svolta grazie alla preziosa collaborazione di Paola Rita Altamura.

Fig. 04. Carta della costa di Cadiz con l'indicazione dei fortificati da edificare, 1731. In AGS, *Mapa de la Costa desde Tarifa hasta el Rio de Balbate en el estrecho de Gibraltar, para el conocimiento de los parages, que necesitan Atalaias, o Torres para el resguardo regular; que debe tener dicha Costa contra los Infeles a 23 de Noviembre del año 17, MPD, 53, 049.*



in scala, colorati a china su pergamena e provvisti anche di indicazioni dimensionali²⁰.

Infine, in territorio sardo sono stati consultati l'Archivio Comunale di Cagliari e, nella stessa città, l'archivio della Biblioteca Universitaria, unitamente ad alcuni archivi comunali mentre, per gli interventi più recenti, sono tornati utili gli archivi delle Soprintendenze Belle Arti e Paesaggio per le Province di Cagliari e Oristano e di Sassari e Nuoro.

Sulla base della documentazione reperita in archivio, unita alle copiose fonti bibliografiche sull'argomento²¹ è stato approntato un database contenente datazione e individuazione degli episodi costruttivi salienti di ogni torre catalogata, di cui sono riferite, in particolare, le date di impianto e dei principali restauri (Fig. 07). Questo strumento, successivamente georeferenziato, ha consentito di pianificare una sistematica campagna di sopralluoghi e di calibrare al meglio il rilievo *in situ*, ottimizzandone tempi e modalità di esecuzione.

La campagna di indagine *in situ*: sistemi di rilievo integrati

Per la raccolta *in situ* dei dati è stata predisposta una scheda 'operativa' *ad hoc*, funzionale alla lettura diretta dei manufatti e alla loro rappresentazione grafica attraverso eidotipi. La scheda è stata concepita con lo scopo di accogliere i dati in forma discorsiva, lasciando un importante spazio alla descrizione e alla sintesi grafica in maniera tale, vista la singolarità del repertorio indagato, di garantire la giusta flessibilità alle modalità della restituzione. Alla descrizione generale dei caratteri tipologici, geometrici e materici seguono delle sezioni di maggior dettaglio, strutturate per 'macroelementi' (mura, tetti, coperture, rivestimenti), e due sezioni finali dedicate allo stato di conservazione e all'accessibilità (Fig. 07).

Parallelamente, per ogni torre oggetto di sopralluogo si è proceduto ad acquisire un'ac-

20 P.R. ALTAMURA, *Torri costiere del sud della Corsica*, in *Castellum*, Roma 2015, n. 56, pp. 62-63.
21 Si veda, per un maggiore approfondimento sulle opere consultate, il paragrafo 1.1.

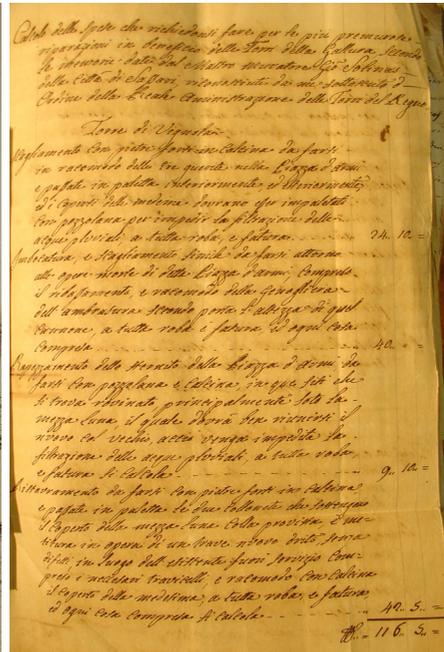
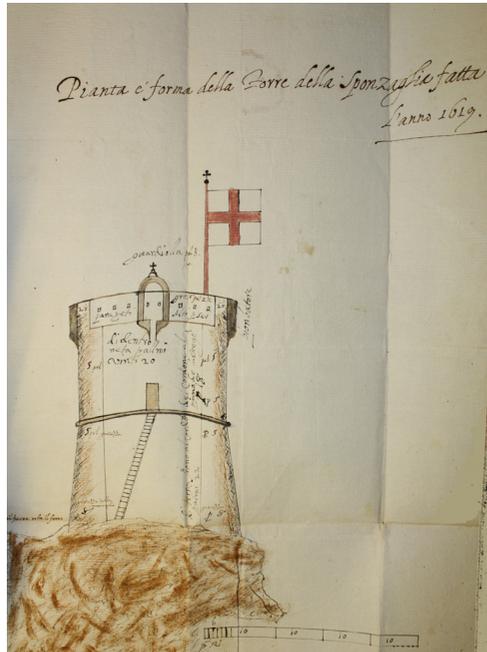
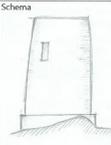
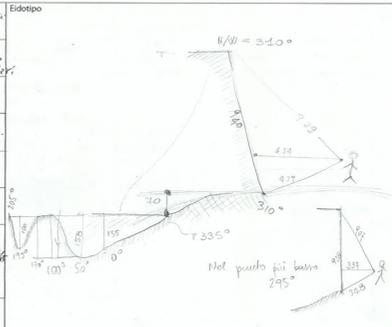
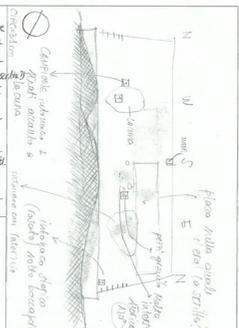


Fig. 05. Computo metrico estimativo relativo ai lavori di restauro da eseguirsi nelle torri della Gallura, 1777. In ASC, Amministrazione delle torri, n. 30.

Fig. 06. Disegno a china su pergamena relativo alla torre di Sponsaglia, 1619. In ASG, Corsica, sez. Turrium, filza 887.

Nella pagina seguente:

Fig. 07. Scheda 'operativa' per la raccolta dei dati in fase di sopralluogo.

NOME TORRE		COMPILATORI		DATA	
CALA D'OLIVA		STEFANIA E PAOLA		02.05.2013	
DATI GENERALI SULLA FABBRICA					
<p>Tipologia/geometria La torre è troncoconica, con struttura molto leggera, ed ha una forma molto snella.</p>		<p>Basamento Su gran parte del perimetro della struttura (vedi foto) c'è un muretto di pietre, probabilmente fatto con qualche piccolo e basamento granitico. C'è un lavoro apparso alcuni per cantieri.</p> <p>Copertura Non è stato possibile ispezionare la parte interna. Probabilmente cupola.</p> <p>Aperture Collegamenti verticali: È presente una scala a pioli che collega al boccaporto, per i metri elevati man- calato e non si può acce- dere in sicurezza.</p> <p>Aperture Boccaporto a nord. Non ci sono altre aperture. A quota c.a. 7.80.</p> <p>Sistemi di raccolta Nessuna informazione.</p> <p>Superfici Gli intonaci di calce originali sono stati parzialmente distrutti. Sulla parte superiore un muretto di pietre si è acciuffato. Nessuno.</p> <p>Altra Sul boccaporto si notano le tracce di calcareo, molto poroso, lavorato.</p>		<p>Descrizione generale Torre di dimensioni medio-piccole ubicata su un promontorio nei pressi del villaggio di Cala d'Oliva. È costituita da una muratura in pietra, prevalentemente scissa, con cunei di dimensioni medie appiccicati per cantieri. È stata di basamento su quasi tutto il perimetro. L'unica apertura è costituita dal boccaporto, ubicato a una quota di quasi 8 metri. Sulla parte alta si scorgono delle mensole in materiale calcareo molto poroso, lavorate</p>	
MURATURE					
<p>Descrizione Muratura costituita da elementi in pietra di medie dimensioni, non lavorati ed appiccicati per cantieri, prevalentemente in alcuni di natura scissa, molto friabile. In alcuni punti sono stati inseriti dei piccoli elementi granitici. La malta originaria è una malta di calce (a poche decine di metri si trova un forno per la cottura della calce) con inerti molto grossi e consistenza molto friabile. Non è stato possibile dedurre gli spessori.</p>	<p>Elementi litici Prevalentemente scissa (vedi carta geo) di medie dimensioni, e in alcuni punti muretti di piccoli elementi in granito di piccole dimensioni, soprattutto nella parte bassa. Elementi di coronamento (mensole calcifio) in pietra calcarea molto porosa (vedi altre t. nell'isola).</p> <p>Malta La malta di calce è costituita da muratura e una malta di calce, con inerti di granuli lometrica elevata, consistenza friabile e colore grigio medio.</p>	<p>Altri elementi</p>	<p>Descrizione generale/qualitativa Il rivestimento è stato parzialmente eroso dagli agenti atmosferici, ma si conserva ancora parzialmente a est, dove si scorge ancora una banda originale di intonaco che viene una volta di leggono diversi strati. Quello più profondo è costituito da malta a granello elevato ed elementi in laterite fino di 4-5 cm, con spessore molto variabile (strato di regolazione). Si legge per uno strato superiore fatto da tegole di eruzione ed in spessore c.a. 2 cm e calcareo rosato. Lo strato più superficiale ha granello medio più fine e spessore c.a. 1 cm.</p> <p>Dati dimensionali Strato di regolazione con lateriti: variabile. Strato 2: 1 cm. (si leggono piccole incisioni per migrazione calcarea) Strato 3: 2 cm. Strato di finitura: 0.3-0.5 cm</p>		
COBERTURE					
<p>Descrizione generale/qualitativa Non è stato possibile accedere all'interno. Non si hanno perciò dati né coperture. Si intravede dall'esterno abbondante presenza di vegetazione sulla piazza d'armi.</p>	<p>CRONOLOGIA SINTETICA 1610. Costruzione (Gerolamo Carta) 1631. Attacco barbaresco, poi trionfo successivo rest. ita 1786. (Males, Menigheddu, Passera) 1792. (Defalmas) 1796. Capizza 1824. (Gorgia Crabu) 1830. (Pisina Chirone) 1774. (Tao Restauro)</p>	<p>Dati dimensionali</p>	<p>STATO DI CONSERVAZIONE</p> <p>Stato di conservazione generale/patologie presenti La torre non presenta particolari forme di degrado. L'ultimo intervento di restauro è molto recente e ha comportato la realizzazione di una lacina consistente (1,5 x 2) nella fascia base, in direzione ovest. Le superfici sono profondamente erose, ma i giunti sono in discrete condizioni e gli elementi in pietra non particolarmente degradati. Vegetazione in frangente si scorge nella parte sommitale. Le crete del parapetto in pietra d'armi sono erose. Non presenta di inerti strutturali, fatta eccezione per una parte della base sud-ovest di base.</p> <p>Rivestimenti Gli intonaci sono stati quasi interamente distrutti dall'azione degli agenti atmosferici, fatta eccezione per una zona (est) nella quale ancora si conservano.</p>	<p>STATO DI CONSERVAZIONE</p> <p>Basamento Discrete condizioni.</p> <p>Murature Le murature sono in ottime condizioni. Gli elementi in pietra sono in discrete condizioni, pur trattandosi di malta friabile.</p> <p>Coperture Non si conosce lo stato delle coperture poiché lo accedere dall'esterno non è stato possibile.</p>	<p>ACCESSIBILITA' E NOTE</p> <p>Al sito Si accede con media difficoltà da un breve sentiero che parte dalla strada sottostante (5 min) poco prima di giungere al villaggio di Cala d'Oliva.</p> <p>Alla torre L'accesso è molto complicato, possibile solo con una scala di almeno 8 metri. Sono presenti dei pioli ancorati nella muratura interna, ma gli elementi ancorati non consentono di salire in sicurezza.</p> <p>Note e rif. fotografici</p>

curata documentazione fotografica. Date le difficili condizioni di accessibilità e di rilievo e vista la necessità di documentare un elevato numero di torri in tempi contenuti, si è deciso di combinare comuni metodiche di rilievo metrico diretto con tecniche di fotomodellazione. Queste si basano su un metodo denominato *Structure from Motion*²², o *SfM*, un processo fotogrammetrico completamente automatizzato, capace di generare una nuvola di punti densa a partire da un set di immagini digitali ottenute da diversi punti di ripresa²³.

In sostanza, con una comune fotocamera digitale vengono acquisite più viste dello stesso oggetto da una gamma di posizioni differenti. Un *software* basato su sistemi SfM identifica punti caratteristici comuni in tutto il set di fotogrammi sufficienti a stabilire relazioni spaziali tra le posizioni delle immagini originali in un sistema arbitrario di coordinate. Il risultato è il posizionamento dei punti caratteristici riconosciuti in uno spazio virtuale tridimensionale, rappresentandoli sotto forma di nuvola di punti ad alta risoluzione e con codifica di colore²⁴.

Nel caso specifico, questa tecnica presenta una serie di vantaggi rispetto a una scansione laser, garantendo allo stesso tempo dei risultati di buona qualità e un apprezzabile livello di accuratezza²⁵. Intanto i requisiti delle dotazioni *hardware* necessarie, come si è detto, non sono elevati per cui questo si traduce in una maggiore economicità dell'esecuzione. Al contempo, una sensibile riduzione dei tempi di rilievo, unita alla maggiore trasportabilità dello strumento anche in siti caratterizzati da un'accessibilità limitata, si sono rivelati requisiti irrinunciabili e hanno rafforzato le motivazioni che hanno condotto alla scelta di questa tecnica²⁶.

Tuttavia la qualità dei dati prodotti è strettamente correlata alla qualità delle immagini utilizzate e all'accuratezza osservata nella loro acquisizione. Per questa ragione, è con-

22 Il concetto di *Structure from motion* venne introdotto da Ullman nel 1979 e successivamente accolto dalla comunità scientifica della *Computer Vision* e della fotogrammetria. Il significato stesso di questa denominazione ossia 'struttura generata da sensori di movimento' ne chiarisce in maniera esaustiva l'approccio. Cfr. F.I. APOLLONIO ET ALII, *Evaluation of feature-based methods for automated network orientation*, in *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, ISPRS Technical Commission V Symposium, 23-25 June 2014, Riva del Garda - Italy, Volume XL-5, 2014.

23 N. MICHELETTI, J.H. CHANDLER, S.N. LANE, *Structure from Motion (SfM) Photogrammetry*, in *Geomorphological Techniques*, Cap. 2, Sec. 2.2, 2015, pp. 1-12.

24 *Ibidem*.

25 Esistono, a questo proposito, numerose pubblicazioni scientifiche che prendono in esame potenzialità e limiti delle tecniche di rilievo basate sulla fotomodellazione e sull'acquisizione mediante laser scanner, stabilendo un confronto fra i due strumenti. Fra queste si segnalano: F. REMONDINO, *Rilievo e modellazione 3D di siti e architetture complesse*, in *DISEGNARECON*, 4/8 dicembre 2011; R. GHERARDI ET ALII, *Automatic camera orientation and structure recovery with Samantha*, in *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science*, XXXVIII-5/W16, 2011, pp. 261-268; R. OPITZ ET ALII, *Close-range photogrammetry vs. 3D scanning: Comparing data capture, processing and model generation in the field and the lab.*, in *The Conference of Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA) 2012*; H. DEL COX, J. LENOIR, *Creating a 3D Model without CAD: Tools and Tips for Laser Scanning and Photogrammetric Techniques*, in *Proceedings of the 2015 ASEE Southeast Section Conference, 2015*.

26 A. KOUTSOUDIS ET ALII, *Multi-image 3D reconstruction data evaluation*, in *Journal of Cultural Heritage*, 2014, n. 15, pp. 73-79; L. BARAZZETTI ET ALII, *Photogrammetric survey of complex geometries with low-cost software: Application to the 'G1 temple in Myson, Vietnam*, in *Journal of Cultural Heritage*, 2011, n. 12, pp. 253-262. T. TO, D. NGUYEN, G. TRAN, *Automated 3D architecture reconstruction from photogrammetric structure and motion: a case study of the 'One Pilla' pagoda, Hanoi, Vietnam*, in *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Proceedings of 36th International Symposium on Remote Sensing of Environment, 11-15 May 2015, Berlin, Germany, Volume XL-7/W3, 2015. E. REMONDINO ET ALII, *State of the art in high density image matching*, in *The Photogrammetric Record*, Vol. 29, Issue 146, pp. 144-166, June 2014.

sigliabile utilizzare una fotocamera con prestazioni elevate, che consenta di ottenere immagini di alta qualità e nella quale sia possibile impostare l'opzione 'obiettivo a fuoco fisso' poiché la variazione dello zoom può generare delle difficoltà nell'ottenimento di un buon risultato²⁷.

Attualmente sono disponibili numerosi strumenti basati sul sistema *SfM*, da software per PC fino ad applicativi per *smartphone* o *web-based*, che differiscono in base ad alcuni aspetti. Esistono infatti strumenti che prevedono l'elaborazione dei dati su un dispositivo locale e che, pertanto, necessitano di *hardware* con prestazioni elevate. È questo il caso di *Agisoft PhotoScan* o di *Visual SFM* sviluppato dalla Wu. Parimenti esistono soluzioni, messe a disposizione da importanti aziende come la Autodesk, che prevedono il caricamento delle immagini su un server *web-based*, il quale provvede al processamento dei dati e consente di scaricare successivamente il risultato finale. In questa categoria rientrano *123D Catch* (Autodesk), *Microsoft Photosynth*²⁸ e *ARC3D*²⁹.

In seguito a una preliminare documentazione sulle caratteristiche degli strumenti attualmente disponibili, si è scelto di utilizzare l'applicazione *web based 123D Catch*³⁰ della famiglia Autodesk, per la semplicità dell'interfaccia e la buona qualità dei risultati ottenibili, nonché per la possibilità di dialogare facilmente con *software* tecnici. Questa applicazione è disponibile gratuitamente, previa registrazione al sito. Come accennato *123D Catch* lavora in *Cloud Computing* e pertanto consente di ottenere un risultato efficace pur non possedendo un *hardware* particolarmente prestante³¹. Il risultato che si ottiene è una superficie *mesh* dotata di *texture* che può essere facilmente esportata in estensioni quali *fbx* e *obj* e può quindi dialogare con i più comuni *software* vettoriali. Con un comune *software* per la modellazione 3D³² è possibile orientare e scalare oppor-

27 N. MICHELETTI, J.H. CHANDLER, S.N. LANE, *Structure from Motion (SfM) Photogrammetry*, op. cit., pp. 2-4.

28 *Ivi*, p. 3.

29 M. FILIPPUCCI, *Nuvole di pixel. La fotomodellazione con software liberi per il rilievo d'architettura*, in *Disegnare Con*, 2010, Vol. 3, n. 6, pp. 50-63.

30 Sono numerosi gli studi nei quali viene proposto l'utilizzo di '123D Catch' applicato alla modellazione tridimensionale di beni culturali, sia in campo archeologico che architettonico. Tra questi si segnalano: T.P. KERSTEN, M. LINDSTAEDT, *Image-Based Low-Cost Systems for Automatic 3D Recording and Modeling of Archaeological Finds and Objects*, in *Progress in Cultural Heritage Preservation. 4th International Conference*, EuroMed 2012, Limassol, Cyprus, October 29 November 3, 2012. *Proceedings, Series Lecture Notes in Computer Science*, vol. 7616, 2012, pp 1-10; J. CHANDLER, J. FRYER, *Autodesk 123D Catch: How accurate is it?* In *Geomatics world*, January/February 2013, pp. 28-30; A. ARRIGHETTI, *Tecnologie fotogrammetriche e registrazione 3D della struttura materiale: dal rilievo alla gestione dei dati*, in *Archeologia e Calcolatori*, n. 23, 2012, pp. 283-296; C. SANTAGATI, L. INZERILLO, F. DIPAOLA, *Image-based modeling techniques for architectural heritage 3D digitalization: limits and potentialities*, in *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, International CIPA Symposium, 2-6 September 2013, Strasbourg, France, Vol. XL-5/W2, 2013; M. GALIZIA, C. SANTAGATI, *Low cost image-based modeling techniques for archaeological heritage digitalization: more than just a good tool for 3d visualization?*, in *Virtual Archaeology Review*, vol. 4, n. 9, 2013, pp. 123-129; C. BARTOLOMUCCI, I. TRIZIO, *Dal rilievo del danno sismico al disegno per il progetto di restauro: un'applicazione di documentazione speditiva in condizioni di emergenza*, in *DISEGNARECON*, vol. 8, n. 14, gennaio 2015, pp. 241-248.

31 C. PISU, P. CASU, *Photo-modeling and cloud computing. Application in the survey of late gothic architectural elements*, in J. BOEHM (a cura), *Proceedings of 3D Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures (3D-ARCH 2013)*, *International Archives of the Photogrammetry*, Trento, 25-26 febbraio, ISPRS, Vol. XL-5/W1, 2013, pp. 43-50; P. CASU, *Volte tardogotiche sarde: disegno, misura, materia*, Tesi di dottorato in Tecnologie per la conservazione dei beni architettonici e ambientali, Università di Cagliari, 2012; C. PISU, P. CASU, *Cloud GIS and 3D modeling to enhance Sardinian late gothic architectural heritage*, in *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-5/W2, 2013 XXIV International CIPA Symposium, 2-6 September 2013, Strasbourg, France*.

32 In questo caso è stato utilizzato il software Blender 2.76, disponibile gratuitamente al sito <https://www.blender.org/features/>.

tunamente il modello ottenuto, usando i dati metrici acquisiti attraverso il rilievo diretto. E' così possibile produrre delle viste in prospettiva ortogonale con un soddisfacente livello di accuratezza e quindi ottenere una base dettagliata sulla quale condurre degli studi analitici (Fig. 08).

Per l'acquisizione delle immagini è stata utilizzata una fotocamera Canon EOS 400D. Nello studio dei punti di presa si è cercato di compiere una rotazione completa a una distanza pressoché costante intorno a ciascun fabbricato, compiendo uno spostamento di pochi metri tra uno scatto e l'altro e da posizioni tali da evitare immagini troppo prospettiche che comportassero la perdita di parte delle informazioni in esse contenute. In alcuni casi le limitate condizioni di accessibilità dei siti o la presenza di ostacoli come la vegetazione non consentivano di catturare l'oggetto nella sua interezza con un adeguato livello di dettaglio o oscuravano intere aree. In queste circostanze si è deciso di suddividere il set di immagini in più serie di scatti a scale diverse. Inizialmente si è catturato l'oggetto nella sua interezza con pochi fotogrammi, a una distanza maggiore rispetto a quella osservata di consueto. In seguito, si è proceduto all'acquisizione di immagini di maggior dettaglio e precisione, suddividendo la torre in due o tre fasce e avendo cura di avere delle aree di sovrapposizione dell'80% sia in orizzontale che in verticale.

Il numero adeguato di fotogrammi può variare sensibilmente in funzione dell'oggetto da rappresentare e del livello di dettaglio che si vuole raggiungere. In questo caso si è valutato empiricamente che per ottenere un buon risultato, utilizzabile per gli scopi prefissati, su una torre di dimensioni medie e ubicata in un sito con un buon livello di accessibilità, è sufficiente realizzare circa 50 scatti. Tuttavia, vista l'eterogeneità delle situazioni riscontrate durante la campagna di rilievo, non sempre è stato possibile ottenere un numero di immagini adeguato o, per ottenere un soddisfacente livello di dettaglio, è stato necessario incrementare notevolmente il numero di scatti e valutare quindi, caso per caso, la soluzione più adatta. Per l'ottenimento di un buon risultato è inoltre consigliabile che le condizioni di luce della scena siano il più possibile omogenee. Questo aspetto ha rappresentato, nel caso specifico di questo lavoro, un elemento di criticità. Infatti, tenuto conto dei tempi tecnici di raggiungimento del sito e di esecuzione del rilievo, non sempre è stato possibile soddisfare questa esigenza per cui talvolta, prima di effettuare l'upload delle immagini, è stato necessario procedere a un *post-processing* per poterne regolare adeguatamente la luminosità e il contrasto. In parallelo si è proceduto a un rilievo di massima con strumenti tradizionali al fine di ottenere un riferimento metrico attraverso il quale effettuare la scalatura e la verifica del modello ottenuto.

Verso l'individuazione dei casi studio

La prima fase di documentazione, che ha rappresentato un momento essenziale per la conoscenza di questi fabbricati, ha fornito un quadro globale del repertorio da indagare e ha consentito di documentarne le caratteristiche generali, lo stato di conservazione,

Fig. 08.a. Ricostruzione del modello tridimensionale dotato di texture della torre di Cala d'Oliva (Isola dell'Asinara) ottenuto con il software 123D Catch (Autodesk) assemblando un set di fotografie, opportunamente scattate e selezionate, attraverso il riconoscimento e la sovrapposizione automatica di punti omologhi.

Fig. 08.b. Gestione del modello tridimensionale texturizzato, riferito alla torre di Trabuccato (Isola dell'Asinara), attraverso un comune software di modellazione open source (Blender) per l'ottenimento di viste in prospettiva ortogonale opportunamente scalate.

Fig. 08.c. Gestione del modello tridimensionale privo di texture attraverso un comune software vettoriale (AutoCAD)



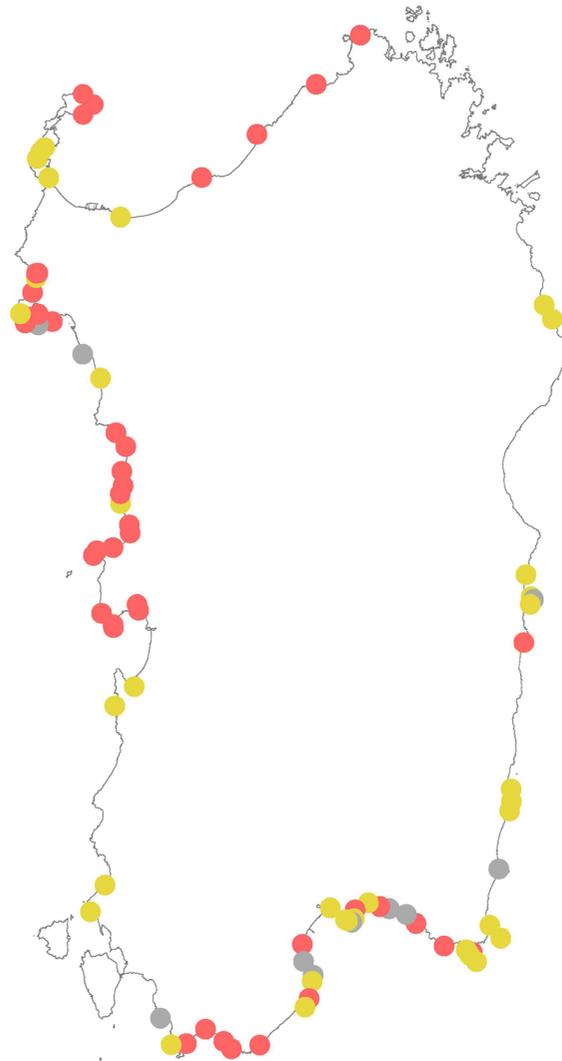


Fig. 09. Mappa della Sardegna che rappresenta le torri rilevate con tecnica SfM.

● Torri rilevate con tecnica SfM ● Torri rilevate non rilevate ● Torri scomparse

l'accessibilità e quindi di calibrare al meglio la scelta dei casi studio. A questo punto è emersa la necessità di razionalizzare la seconda campagna di indagini, riservata a un numero più ristretto di esemplari e mirata ad effettuare un secondo livello di approfondimento, basato sull'applicazione integrale dell'indicato protocollo di ricerca. L'elezione dei casi studio è stata concepita con l'intento di salvaguardare il carattere sistemico del tema trattato e, quindi, la prospettiva globale della ricerca stessa.

Partendo da questo presupposto e sulla base dei risultati emersi dalla prima campagna di rilievo, sono state identificate 9 aree, all'interno delle quali si riconoscono caratteri culturali e geologici, e dunque materici, omogenei. Infatti, partendo dalla consapevolezza che per la costruzione delle torri il materiale veniva quasi interamente reperito in loco³³, ben si comprende come torri edificate nel medesimo contesto litologico siano accomunate dall'uso di materiali affini. La contiguità geografica giustifica anche le affinità dovute a una matrice culturale comune. Si può infatti facilmente immaginare che cantieri tra loro vicini siano stati accomunati dall'impiego delle stesse maestranze e talvolta sovrintesi dal medesimo capomastro.

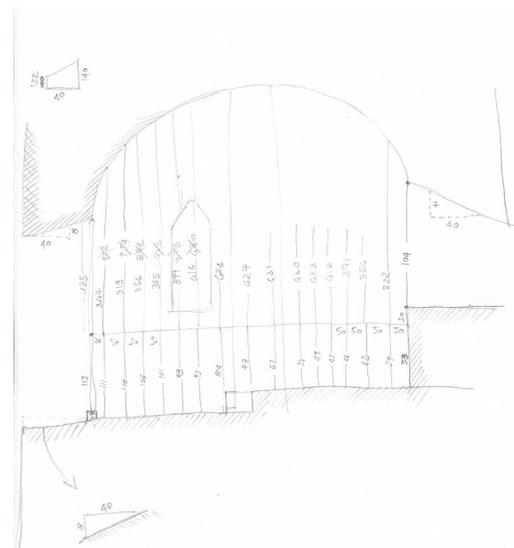
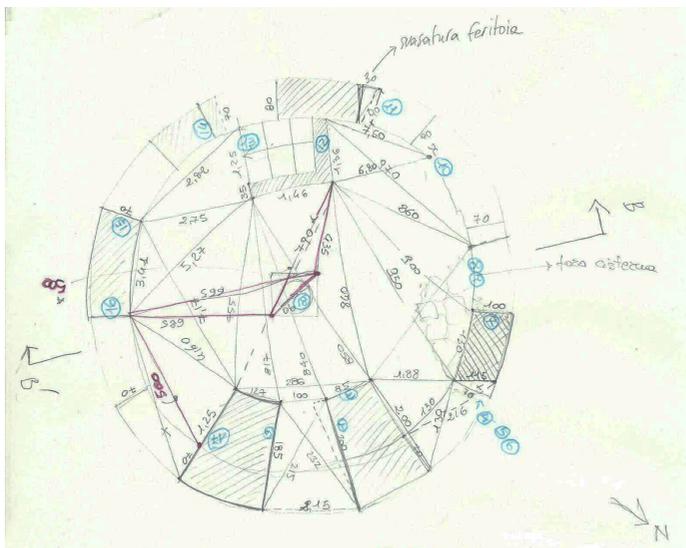
La suddivisione del perimetro costiero nelle aree suddette ricalca quasi fedelmente la ripartizione in distretti voluta dal Conte d'Elda nel Parlamento del 1603 'per raddrizzare le cose dell'ufficio della Amministrazione (...) ed evitare le frodi'³⁴, con l'obbligo che ogni Sergente compisse almeno una visita mensile alle torri del proprio distretto di competenza. I distretti nei quali venne suddivisa l'isola a seguito di questo provvedimento sono così sintetizzati dal Pillosu:

- «1) Da Stampace sino alle marine 'de Iglesias';
- 2) Dalle Marine de Iglesias sino a quelle di Oristano;
- 3) Dalle Marine d'Oristano;
- 4) Dalle appendici di Villa Nuova sino al Sarrabus;
- 5) Dalle Marine dell'Ogliastra a Sarrabus;

³³ Fatta eccezione per la calcina, che spesso veniva importata da siti vicini. Talvolta i documenti d'archivio ne indicano specificamente la provenienza.

³⁴ E. PILLOSU, *Le torri litoranee in Sardegna*, Cagliari 1957, p. 12.

Fig. 10. Rilievo metrico tradizionale. Eidotipi.



6) Dalle Marine di Bosa e precisamente da Santa Caterina di Culler sino alle Marine d'Alghero;

7) Dalle Marine di Alghero e precisamente da Capo Maraggio sino alla prima torre della Nurra;

8) Il distretto di Sassari che dalle Torri della Nurra giungeva sino a Castel Aragonese;

9) Il 'Capita y alcait' di Castel Aragonese che doveva invece visitare o far visitare tutte le torri del suo dipartimento sino al territorio di Gallura sino a Posada³⁵».

A questo punto, per ogni area individuata è stato scelto un caso studio rappresentativo, condizionato anche dal grado di accessibilità, ispezionabilità e quindi 'documentabilità' del singolo sito. Inoltre, sono state predilette quelle fabbriche alle quali non siano state apportate, nel corso dei secoli, grandi trasformazioni e nelle quali risulti, pertanto, ancora leggibile e chiaramente riconoscibile la fase di impianto.

Nell'area **Villasimius-Sarrabus**³⁶, compresa tra Capo San Lorenzo e il promontorio di Capo Boi nei pressi di Solanas, è stata scelta la torre di Porto Giunco³⁷, ubicata sul promontorio in prossimità dell'omonima spiaggia, sul Capo Carbonara. Il sito è facilmente accessibile attraverso un sentiero da trekking e il fabbricato risulta ispezionabile per ¾ del perimetro esterno (il lato a mare è profondamente eroso e non consente il passaggio in sicurezza) e all'interno, dove si può accedere alla camera principale e alla piazza d'armi. Si tratta di una torre di piccole dimensioni, deputata all'avvistamento. Non si ha notizia di interventi recenti, infatti lo stato di degrado è piuttosto avanzato; ciò ha consentito, però, di riconoscerne più agevolmente la fase di impianto e i relativi caratteri costruttivi.

35 Il Pillosu afferma inoltre che «Nelle istruzioni Generali del Viceré Conte di Valperga di Masino, in data 20 ottobre 1782, risulterebbe che Don Michele di Moncada avrebbe diviso l'isola in dodici dipartimenti: sette meridionali e cinque settentrionali, invece dai vari documenti risulta che i dipartimenti o distretti in cui l'Isola veniva suddivisa raggiungevano il numero di nove e se si vuol considerare a parte l'Asinara, quello di dieci. In seguito questi distretti furono aumentati e sotto la dominazione dei Savoia l'Isola comprendeva ben sedici dipartimenti», Ivi, pp. 12-13.

36 Le torri di questo areale geografico sono state oggetto di una pubblicazione monografica di carattere prettamente storico: M.G. MELE, G. SERRELI (a cura di), *Sarrabus: torri, mare e territorio: la difesa costiera dalle incursioni barbaresche*, Dolianova 2007.

37 La torre di Porto Giunco è stata oggetto di una tesi di laurea: C. VIRDIS, *La torre di Porto Giunco. Dalla scala del Paesaggio al progetto di restauro*, Tesi di laurea discussa presso il DICAAR, Università di Cagliari, luglio 2015.

Nell'area di Cagliari, che abbraccia tutto il golfo includendo il tratto di litorale compreso tra Cala Regina e la frazione Su Loi del comune di Capoterra, è stata eletta quale caso studio la torre di Mezza Spiaggia³⁸, ubicata sulla spiaggia del Poetto in prossimità della città di Cagliari. Il sito è facilmente accessibile tanto che si giunge in auto ai piedi della torre, mentre l'ingresso al fabbricato è stato murato per evitare azioni vandaliche per cui l'interno non è più ispezionabile. Il fabbricato è stato oggetto di un recente intervento di restauro che ne ha trasformato profondamente i caratteri. Ciononostante, si tratta di una torre la cui documentazione storica è molto ampia, per cui è stato possibile compiere una lettura stratigrafica completa ed individuare facilmente la fase di impianto grazie al supporto delle fonti.

Per l'area Chia-Teulada, compresa tra Sarroch e Portoscuso e comprendente anche le isole di Sant'Antioco e San Pietro, si è ritenuto che l'esemplare maggiormente rappresentativo fosse la torre di San Macario. Essa sorge sull'omonimo isolotto, prospiciente i resti dell'antica città punico-romana di Nora (Pula); pertanto, il sito non è facilmente accessibile poiché vi si giunge solo via mare. Anche l'accesso in sicurezza agli ambienti interni non è consentito per l'assenza di un collegamento verticale e per la difficoltà nel trasporto di adeguati strumenti. Proprio per la difficoltà di accesso all'isolotto, la torre è ad oggi poco documentata, per cui rappresenta un oggetto di studio di grande interesse. Altresì, l'assenza di interventi recenti e lo stato di avanzato degrado degli strati di rivestimento esterni rendono chiaramente leggibile la fase d'impianto, consentendo un agevole rilievo e un'attenta campionatura delle murature.

38 La torre è stata recentemente oggetto di pubblicazioni scientifiche curate dalle professoressa Caterina Giannattasio e Silvana Maria Grillo che hanno altresì guidato, in qualità di tutor, la redazione di questo lavoro: C. GIANNATTASIO, S.M. GRILLO, *Traditional masonry techniques and characterization of materials: the Mezzaspiaggia tower (Cagliari, Sardinia)*, in MAARTEN A.T.M. BROEKMANS (a cura di), *10th ICAM Proceedings - International Council for Applied Mineralogy* (Trondheim, Norway, 1-5 august 2011), Library of the Geological Survey of Norway, Trondheim 2011, pp. 245-253; C. GIANNATTASIO, S.M. GRILLO, *The Mezzaspiaggia tower (Cagliari-Italy): the dating of structures by the metrological-chronological analysis of masonry and the petro-geochemical stratigraphy of building materials*, in I. TURBANTI MEMMI (edited by) *Proceedings of the 37th International Symposium on Archaeometry (Siena, May 12th-16 2008)*, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg 2011, pp. 489-494; C. GIANNATTASIO, S.M. GRILLO, *Dating techniques through the characterization of materials. XVI century South Sardinian Coast defense towers*, in J.L. RUVALCABA SIL, J. REYES TRUJEUQUE, J.A. ARENAS ALATORRE, A. VELÁZQUEZ CASTRO (edited by), *Proceedings of the 2nd Latin-American Symposium on Physical and Chemical Methods in Archaeology, Art and Cultural Heritage Conservation. Selected papers archaeological and arts issues in materials science - LASMAC & Archaeological and Arts Issues in Materials Science* (Cancun, Quintana Roo, Mexico, 16-20 agosto 2009), Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Autónoma de Campeche, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Mexico 2010, pp. 146-152.

Fig. 11. Le torri scelte come caso studio.



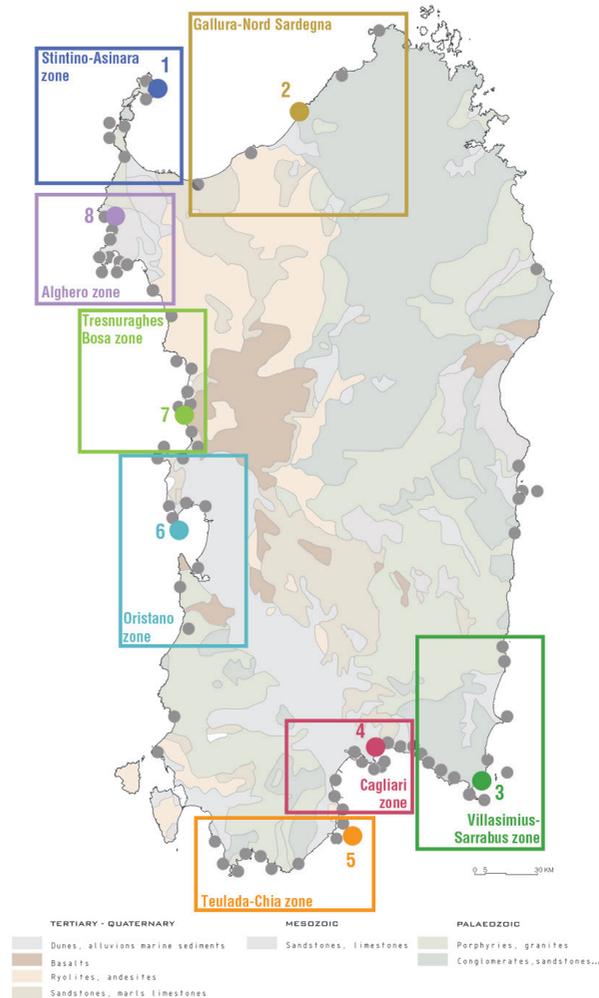


Fig. 12. Suddivisione della Sardegna in aree omogenee, con l'indicazione delle torri scelte come caso studio.

La piccola torre di Capo San Marco³⁹, detta anche *Torre Vecchia di Capo San Marco*, è stata scelta per rappresentare l'**area di Oristano**⁴⁰, al quale appartengono tutte le torri della bassa costa occidentale della Sardegna fino alla marina di San Vero Milis. La torre sorge sull'omonimo capo, nella Penisola del Sinis, e appartiene amministrativamente al comune di Cabras. Il sito è facilmente accessibile, si giunge in auto fino a poche centinaia di metri dalla torre e si prosegue a piedi lungo un sentiero che costeggia gli scavi dell'antica città di Tharros. L'accesso alla torre è oramai crollato, come tutta la porzione superiore del fabbricato e pertanto non sono più riconoscibili gli ambienti interni. Lo stato di degrado molto avanzato e la totale assenza di trasformazioni recenti ne hanno reso possibile l'agevole lettura delle tecniche costruttive murarie.

³⁹ La torre di Capo San Marco, insieme a quella di Marceddi, è stata oggetto di una tesi di laurea a cura delle professoressa Caterina Giannattasio e Silvana Maria Grillo: V. SABA, *Le torri costiere di Marceddi e Capo San Marco: dall'analisi dei materiali al progetto di conservazione*, Tesi di laurea discussa nella Facoltà di architettura, Università di Cagliari, a. a. 2009-2010.

⁴⁰ Le torri della provincia di Oristano sono state oggetto della seguente pubblicazione monografica: A. LOCHE, F. MANCA COSSU, *Torri costiere della Provincia di Oristano: storia immagini progetti di riuso. Catalogo della mostra a cura di Mena Manca Cossu, Alberto Loche, Cabras 2002.*

Un'altra piccola torre deputata all'avvistamento, la torre di Ischia Ruggia⁴¹, è stata scelta come caso studio per l'**area di Bosa**, compreso tra Santa Caterina di Pittinurri e la torre Argentina, all'inizio della litoranea che collega Bosa ad Alghero. La torre si trova nel territorio del comune di Tresnuraghes e vi si giunge, non senza difficoltà, attraverso una strada sterrata in parte percorribile in auto. L'accesso agli ambienti interni è reso possibile dalla presenza di una scala di realizzazione posteriore, ma lo stato di degrado avanzato suggerisce una certa cautela. Non sono presenti tracce di interventi recenti, in quanto la torre non venne inclusa nell'intervento di restauro promosso dalla Soprintendenza di Sassari e Nuoro sul finire del XX secolo, che interessò invece le vicine torri di Foghe e Su Puttu. Pertanto, è stato possibile compiere un rilievo completo della torre e procedere a un'accurata campionatura delle murature e dei materiali.

La torre di Airadu, chiamata anche *Torre Bianca*, è stata eletta quale caso studio per l'**area di Alghero**, che comprende tutte le torri incluse nel tratto di costa che va dalla litoranea Alghero-Bosa a Porto Ferro. Trovandosi all'interno di un'area protetta⁴², l'accesso in auto è interdetto e vi si giunge percorrendo un lungo sentiero sterrato. Ai locali interni si accede, con un po' di audacia, attraverso l'ingresso collocato nella parte a monte a una quota non particolarmente elevata (3 m). Esclusa dal sistema, poiché reputata obsoleta già pochi decenni dopo la sua realizzazione⁴³, la torre si trova in stato di abbandono da secoli. Ciò ha però facilitato il rilievo integrale e la campionatura delle murature. Inoltre, sulla fabbrica sono ancora leggibili alcuni particolari che documentano la prassi costruttiva e che saranno oggetto di approfondimento nei capitoli successivi.

Per l'**area Stintino-Asinara**, che comprende il tratto di litorale tra Stintino e Porto Torres, l'Isola dell'Asinara e l'Isola Piana, è stata scelta la torre di Trabuccato⁴⁴. Si tratta di una torre di dimensioni medie, localizzata sull'Isola dell'Asinara nell'omonima località. L'accesso all'isola, e quindi al sito ove sorge la torre, non è sempre agevole a causa del mal funzionamento dei sistemi di collegamento con la terraferma. Tuttavia, la campagna di rilievo è stata resa possibile grazie alla disponibilità dell'Agenzia regionale Conservatoria delle coste della Sardegna, con la quale si è instaurato un rapporto di collaborazione nell'ambito di questa ricerca⁴⁵ e che ha fornito gli strumenti utili allo svolgimento delle operazioni di rilevamento e delle indagini. L'accesso alla torre è facilitato dalla presenza di una scala esterna, di realizzazione successiva, per cui è stato possibile realizzare il rilievo integrale della torre. Per la particolare condizione di isolamento che ne ha caratte-

41 La torre, insieme a quelle di questo areale geografico, è stata oggetto di diverse pubblicazioni tra cui una pubblicazione monografica di carattere prevalentemente storico: S. GANGA, G.M. MURONI, P.G. VACCA, *L'alcaidia delle torri: la torre di Bosa e il sistema difensivo costiero della Planargia e Montiferru nei secoli XVI e XVII*, catalogo della mostra, Bosa 1997. Inoltre si segnala la seguente pubblicazione scientifica: C. GIANNATTASIO, S.M. GRILLO, S. MURRU, *The Western Sardinian coast defensive towers (16th-17th century): an interdisciplinary approach for the chronological definition of masonries*, in G.T. Papanikos (ed.), *Proceedings of 4th Annual International Conference on Architecture* (Athens, July 7-10), ATINER conference papers series No. ARC 2014-1095, Athens Institute for Education and Research, Athens 2014, pp. 3-17.

42 Si tratta dell'area protetta 'Iago di Baratz-Porto Ferro'. L'area è stata designata Sito di Importanza Comunitaria (SIC) ai sensi della direttiva Habitat.

43 M. RASSU, *Sentinelle del mare...*, op. cit., p. 61.

44 La torre di Trabuccato, insieme alle altre due torri presenti sull'Isola dell'Asinara, è stata oggetto di una pubblicazione scientifica a firma dell'autrice di questo lavoro: S.MURRU, *Affinities in construction techniques of a unitary project: the coastal towers of the Asinara Island (Sardinia)*, in P. RODRÍGUEZ NAVARRO, (a cura di), *Defensive architecture of the Mediterranean, XV to XVIII centuries, Proceedings of International Conference on Modern Age fortifications of the western Mediterranean coast-FORTMED*, Valencia 15-18 ottobre 2015, 2015, vol. II, pp. 243-250.

45 L'Agenzia regionale Conservatoria delle coste ha finanziato la Borsa di ricerca dal titolo 'Il sistema difensivo costiero della Sardegna: catalogazione e definizione di linee guida per il progetto di restauro' bandita dal DICAAR dell'Università di Cagliari e di cui l'autrice del presente lavoro è titolare.

rizzato la storia recente⁴⁶ e per l'assenza di trasformazioni contemporanee, nonché per l'elevata leggibilità delle tecniche costruttive adottate, la torre rappresenta un oggetto di estremo interesse per lo studio in parola.

Proseguendo in senso orario è stata individuata l'area **Gallura-Nord Sardegna**⁴⁷, che abbraccia tutta la costa settentrionale dell'Isola da Porto Torres a Santa Teresa. Qui è stata scelta la torre di Isola Rossa, una torre di dimensioni considerevoli ubicata nella frazione omonima, appartenente al comune di Trinità d'Agultu. Al sito si giunge in auto, mentre l'accesso alla torre in sicurezza è particolarmente difficoltoso. Lo stato di conservazione è precario, sebbene il fabbricato sia stato recentemente oggetto di un intervento. La parziale assenza degli strati di rivestimento ha consentito il rilievo delle murature mentre l'accessibilità al sito su tutto il perimetro della torre ne ha permesso una ricostruzione integrale.

Infine, il periplo dell'Isola si chiude con l'area **Ogliastra**⁴⁸ che include quasi tutte le torri del litorale orientale, di numero esiguo rispetto ad altri tratti di costa, fino alla torre di Bari. Per rappresentare quest'ultimo distretto è stata scelta proprio la torre di Bari. In questo caso la scelta è stata particolarmente difficile. Infatti, le torri di quest'area hanno subito, nel corso dei secoli, pesanti trasformazioni dovute anche alla rifunzionalizzazione occorsa negli ultimi decenni. In molti casi sono divenute sede di uffici o abitazioni, determinandone profonde trasformazioni, sia in termini volumetrici che nel rifacimento delle finiture. Si è pertanto scelto di prendere in esame la torre di Bari in quanto l'assenza parziale degli strati di rivestimento consente di leggere agevolmente la tessitura muraria. La torre è accessibile in tutte le sue parti e il sito è facilmente raggiungibile in auto.

2.1. Un approccio archeometrico alla lettura delle tecniche costruttive murarie

Come già delineato, per lo sviluppo di questo studio è stato scelto un approccio di tipo archeometrico, cogliendone in particolare il valore interdisciplinare e multidisciplinare⁴⁹. Strumenti e metodi propri delle scienze naturali e tecnologiche, che conducono a risultati di natura prevalentemente quantitativa, sono stati impiegati per l'interpreta-

46 L'Isola dell'Asinara ha ospitato per 115 anni un carcere di massima sicurezza e l'accesso ai visitatori è stato pertanto vietato. In seguito alla dismissione del carcere, avvenuta nel 1998, il territorio dell'Isola è ricaduto all'interno del Parco Nazionale dell'Asinara, istituito nel 2002. Le tre torri, di proprietà della Regione Autonoma della Sardegna, con delibera del Consiglio Regionale n. 48/1 del 2008 e successivo atto formale firmato il 30 marzo 2009, sono state assegnate all'Agenzia Regionale Conservatoria delle coste. Attualmente i servizi per la visita sono offerti da operatori autorizzati. Maggiori informazioni sono contenute all'interno del sito: <http://www.parcoasinara.org/?modulo=home>.

47 Le torri incluse in questo areale sono state oggetto di un confronto con le torri della Corsica del Sud confluito in due pubblicazioni scientifiche redatte dall'autore: S. MURRU, *Cerdeña y Córsega: intercambios de saberes constructivos en la fabricación de las torres costeras*, in S. HUERTA, F. LÓPEZ ULLOA (a cura di), *Actas del Octavo Congreso Nacional de historia de la construcción, Madrid 9-12 ottobre 2013*, Madrid 2013, vol. 2, pp. 757-766; S. MURRU, *Investigating 500-year-old coastaltowers in Sardinia and Corsica: a multi-disciplinaryresearchprotocol*, in W. ADDIS (a cura di), *Proceedings of the ICE - Engineering History and Heritage*, 167:2, 2014, pp. 88-99. Inoltre il tema del confronto fra questi due areali geograficamente e culturalmente affini, è stato trattato anche nella seguente tesi di laurea di cui l'autore è stato correlatore esterno: P.R. ALTAMURA, *Torri costiere della Corsica del sud*, Tesi di laurea discussa nella Facoltà di Architettura, Università degli Studi di Firenze, aprile 2014.

48 Questo areale è stato oggetto di approfondimento della tesi di laurea dell'autore: S. MURRU, *Il sistema difensivo costiero della Sardegna: catalogazione e conservazione*, Tesi di laurea discussa nella Facoltà di architettura, Università di Firenze, a.a. 2005-2006.

49 T. MANNONI, *Introduzione all'archeometria*, in T. MANNONI, A. MOLINARI, (a cura di), *Scienze in archeologia. Il Ciclo di Lezioni sulla Ricerca applicata in Archeologia (Certosa di Pontignano 1988)*, Firenze 1990, pp. 27-34.

zione e la lettura di peculiarità legate a contesti di valenza archeologica⁵⁰. Parametri di valutazione storici, architettonici, figurativi e tipologici sono stati affiancati da criteri di valutazione tecnologici, al fine di codificare le regole del costruire e, quindi, classificare e riferire cronologicamente le tecniche costruttive murarie, per consentire di utilizzarle come elementi datanti.

Tipologia

Una prima chiave di ricerca è stata indirizzata all'analisi tipologica dei manufatti, mirata anche alla ricerca di relazioni proporzionali fra i volumi e gli elementi costruttivi, funzionali all'individuazione di moduli costruttivi ricorrenti. I numerosi studiosi che si sono occupati dell'argomento, hanno proposto diverse classificazioni tipologiche, non sempre convergenti. Da questa consapevolezza è derivata la volontà di ricorrere all'integrazione di strumenti di rilievo tradizionale e innovativo, ricorrendo a tecniche di rilievo fotogrammetrico, nel tentativo di meglio definire le precedenti classificazioni, ed evidenziare possibili errori e anomalie nella descrizione e interpretazione delle morfologie.

La ricostruzione del modello tridimensionale 'texturizzato', ottenuto con l'ausilio della tecnica basata sul *photomodeling* innanzi descritta, si è rivelata di fondamentale importanza per la lettura e l'interpretazione di questi aspetti. Terminato il processamento e il download, l'applicativo *123D Catch* consente una iniziale gestione del modello tridimensionale, poiché contiene alcuni basilari strumenti di post-produzione. Oltre a disporre di essenziali strumenti di navigazione, attraverso i menù a tendina è possibile definire differenti livelli di densità delle *mesh* (*low, standard, high*) con proporzionale aumento dei tempi di *processing*. Inoltre è possibile selezionare e, quindi, eliminare parti del modello ritenute non necessarie, riducendo talvolta sensibilmente le dimensioni del file da esportare⁵¹.

La superficie *mesh* così ottenuta può essere esportata in differenti formati (.fbx, .obj etc.) consentendo il dialogo anche con altri applicativi. Nel caso in esame, il modello è stato esportato in formato *obj* e successivamente gestito con il software *Blender 2.76*, un applicativo *open source* e multiplatforma per la modellazione, *rigging*, animazione, *compositing* e *rendering* di immagini tridimensionali⁵². Qui il modello è stato orientato e scalato, sfruttando la corrispondenza con le misure ottenute attraverso il rilievo tradizionale. A questo punto si è proceduto al *rendering* delle sezioni più significative. In particolare, attraverso una rotazione del modello con intervalli di 45° è stato possibile ottenere delle viste in prospettiva ortogonale ad alta risoluzione, che hanno costituito una base sufficientemente dettagliata sulla quale condurre i successivi studi analitici. In particolare, tali viste si sono rivelate di grande utilità nell'analisi stratigrafica degli elevati.

Stratigrafia

Come noto, le torri sono manufatti spesso pluristratificati nei quali, attraverso la diversa natura dei materiali e le differenti tecniche murarie adottate, trovano espressione le vicende di una storia edilizia lunga oltre cinque secoli. L'imprescindibile consapevolezza che il processo di trasformazione e stratificazione rappresenta l'essenza stessa dell'architettura ha condotto alla scelta di applicare, per l'indagine diretta, il metodo stratigra-

50 S. SIANO, *Note introduttive*, in S. SIANO (a cura di), *Archeometria e restauro*, Firenze 2012.

51 P. CASU, *Volte tardogotiche sarde: disegno, misura, materia*, Tesi di dottorato in Tecnologie per la conservazione dei beni architettonici e ambientali, Università di Cagliari, 2012, pp. 127-128.

52 Il software può essere scaricato liberamente al sito <https://www.blender.org/download/>.

fico⁵³. Tale approccio si richiama a un metodo già ampiamente utilizzato dalle discipline geologiche e archeologiche⁵⁴ a partire dagli anni '70 del XX secolo, basato sul riconoscimento degli strati come prodotto di azioni di origine naturale (nel caso della geologia) e sia naturale che antropica (nel caso dell'archeologia)⁵⁵.

L'applicazione del metodo stratigrafico all'architettura ha radici più recenti e uno dei primi ambiti in cui è avvenuta la contaminazione è stato proprio il restauro. In Italia si deve ad Andrea Carandini⁵⁶ la pionieristica applicazione del metodo stratigrafico allo studio degli elevati, mentre a Gian Pietro Brogiolo, Tiziano Mannoni e Roberto Parenti si attribuisce la paternità dell'applicazione della stratigrafia all'analisi dell'architettura. Nel campo del restauro le prime esperienze di contaminazione portano il nome di due illustri studiosi, Riccardo Francovich e Roberto Parenti⁵⁷.

In generale, l'obiettivo di questo tipo di approccio è la definizione delle fasi costruttive di un manufatto nella loro specifica successione temporale attraverso le relazioni fisiche che fra queste si sono generate. Così facendo, inoltre, la lettura si completa con l'individuazione e, dove in possesso anche di studi cronotipologici relativi, anche con la codificazione delle tecniche esecutive, altresì corredate della corrispondente caratterizzazione materica.

53 G. FIENGO, *Cronologia dei paramenti murari napoletani moderni*, in G. FIENGO, L. GUERRIERO, (a cura di) *Murature tradizionali napoletane. Cronologia dei paramenti tra il XVI ed il XIX secolo*, Napoli 1999, p. 52.

54 R. FRANCOVICH, *Premessa*, in T. MANNONI, A. MOLINARI, (a cura di), *Scienze in archeologia. Il Ciclo di Lezioni sulla Ricerca applicata in Archeologia (Certosa di Pontignano 1988)*, Firenze 1990, pp. 5-10.

55 S. BELTRAMO, *Stratigrafia dell'architettura e ricerca storica*, Roma 2009, pp. 9-11.

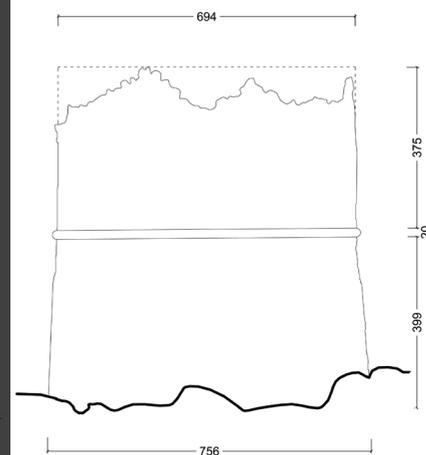
56 A. CARANDINI, *Storie dalla terra: manuale di scavo archeologico*, Bari 1981.

57 Tra le prime esperienze in questo senso è il convegno svoltosi alla Certosa di Pontignano nel 1987 cui seguì un'importante pubblicazione: R. FRANCOVICH, R. PARENTI, (a cura di), *Archeologia e restauro dei monumenti. 1. ciclo di lezioni sulla ricerca applicata in archeologia: Certosa di Pontignano (Siena), 28 settembre-10 ottobre 1987*, Firenze 1988.



Fig. 12. Vista ottenuta attraverso la gestione del modello tridimensionale mediante il software Blender.

Fig. 13. Schema tipologico per la lettura delle caratteristiche volumetriche e dei rapporti proporzionali fra gli elementi costruttivi.



Per quanto riguarda questo studio, l'indagine diretta sul testo storico può essere sintetizzata in 3 fasi:

- identificazione delle unità stratigrafiche murarie⁵⁸ (USM), servendosi del supporto dei dati storici emersi dall'analisi delle fonti indirette (archivistiche, bibliografiche, iconografiche), archiviati e organizzati in un database relazionale. Come abbiamo visto, ciascuna azione (antropica o naturale) si materializza in uno strato, o unità stratigrafica (US), con caratteri tecnici e tecnologici omogenei. Nello specifico dell'analisi degli elevati si sono distinte unità stratigrafiche murarie positive (USM), frutto di azioni di costruzione, e negative (USN), generate da operazioni di demolizione, smontaggio o rottura, e unità stratigrafiche di rivestimento (USR) rappresentate dagli intonaci o più genericamente, dagli strati di protezione⁵⁹.
- definizione dei rapporti fisici tra le unità stratigrafiche, al fine di stabilire le relazioni diacroniche e sincroniche fra le parti (cronologie relative). Le relazioni fisiche reciproche fra le varie unità stratigrafiche individuate possono essere tradotte, infatti, in rapporti temporali di contemporaneità, anteriorità o posteriorità. A tale conclusione si perviene analizzando la relazione 'topologica' che intercorre fra le varie US (rilievo stratigrafico) e che può essere ricondotta a una casistica di situazioni tipo ('si lega a' , 'copre' o 'si appoggia a', 'taglia', 'riempie').
- identificazione della cronologia relativa tra le unità col supporto del diagramma di Harris (messa in fase)⁶⁰. Attraverso una lettura dell'insieme di relazioni che intercorrono tra le varie US individuate è stato possibile stabilire la sequenza cronologica relativa delle varie azioni di trasformazione. Poiché generalmente i casi scelti, caratterizzati da un limitato numero di trasformazioni nel tempo, non presentano un numero elevato di US, spesso già documentate dalle fonti e, quindi, pure filologicamente datate, talvolta è stato così possibile pervenire direttamente alla definizione delle cronologie assolute.

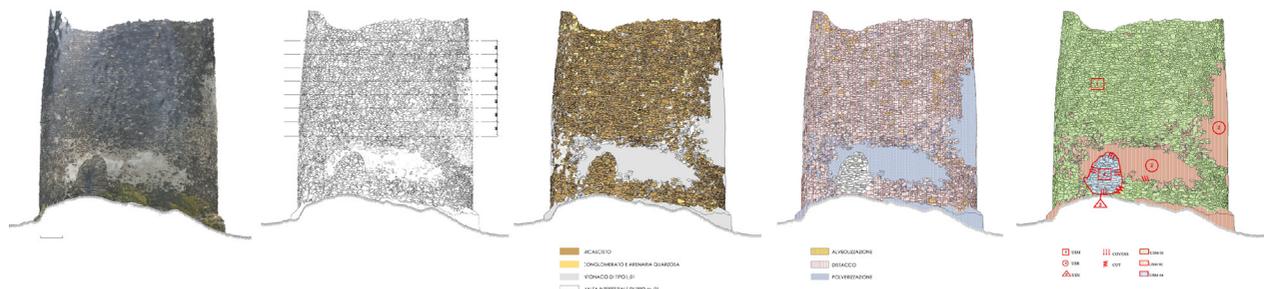
A partire dai risultati emersi dall'analisi stratigrafica appena descritta, si è scelto di

58 L'unità stratigrafica muraria (USM) può essere definita come un'unità costruttiva omogenea per impiego di materiali, tecniche e azioni costruttive. Cfr. S. BELTRAMO, *Stratigrafia dell'architettura e ricerca storica*, op. cit., pp. 18-19.

59 A. CARANDINI, *Storie dalla terra...*, op. cit.

60 Il diagramma stratigrafico, o matrice di Harris, definito in E.C. HARRIS, *Principles of Archaeological Stratigraphy*, Londra 1979, è stato ideato dallo studioso E.C. Harris nel 1973 e per l'archeologia segna il passaggio dalla fase 'wheeleriana' all'archeologia sul campo di concezione contemporanea. Secondo il Carandini costituisce la «maggiore conquista dell'archeologia stratigrafica contemporanea». In sostanza si tratta di un diagramma che consente di mettere in fase e ricostruire, secondo uno schema sintetico, i diversi rapporti fra le singole unità stratigrafiche per arrivare alla determinazione della successione delle stratificazioni e dunque della cronologia relativa del manufatto. Troviamo una dettagliata descrizione del *matrix* in A. CARANDINI, *Storie dalla terra...*, op. cit., pp. 80-85.

Fig. 14. Studi analitici. Da sinistra: vista ottenuta da Blender, rilievo architettonico, rilievo materico, rilievo del degrado, rilievo stratigrafico.



concentrare l'attenzione sui campioni relativi alle singole fasi di impianto, allo scopo di stabilire un confronto tra campioni murari coevi, relativi dunque al XVI-XVII secolo, identificando similitudini e differenze tra i magisteri costruttivi, i materiali impiegati e le modalità di lavorazione e assemblaggio.

Cronotipologie delle murature: forma e materia

A questo scopo, nell'analisi delle strutture murarie sono stati utilizzati criteri di valutazione formale (morfologici e metrologici) e criteri più strettamente legati alla caratterizzazione materica. Le murature, riferite a un'area di studio cronologicamente e culturalmente omogenea⁶¹, sono state analizzate con l'obiettivo di leggere la tessitura, i dati dimensionali, e le caratteristiche materiche⁶² e di evidenziarne i caratteri ricorrenti.

La vasta e sistematica analisi formale e la catalogazione delle partiture murarie, finalizzata alla loro classificazione con finalità cronotipologiche⁶³, ha riguardato 59 esemplari (Fig. 16). Infatti, trattandosi di un metodo di datazione che, per ovvie ragioni, non consente di giungere a risultati di grande precisione, la sua validità è fortemente condizionata dal grado di dettaglio dell'analisi comparativa e dalla distribuzione territoriale e cronologica e dal numero dei campioni presi in esame, oltretutto dal grado di rigore nell'impostazione della catalogazione e di accuratezza nell'esecuzione⁶⁴.

61 Ci si riferisce all'intero sistema sardo e all'arco cronologico preso in esame da questo studio, ossia XVI-XVII sec.

62 M. D'APRILE, *Gli apparecchi murari del XVIII secolo*, in G. FIENGO, L. GUERRIERO, (a cura di) *Murature tradizionali napoletane. Cronologia dei paramenti tra il XVI ed il XIX secolo*, Napoli 1999, p. 153.

63 I. FERRANDO, T. MANNONI, R. PAGELLA, *Cronotipologia*, in *Archeologia medievale*, 1989, 16, pp. 647-661.

64 S. F. MUSSO, *Architettura segni e misura. Repertorio di tecniche analitiche*, Bologna 1995, p. 257.

Fig. 15. Analisi stratigrafica relativa alla torre di Isola Rossa a Trinità d'Agultu.



Per ciascun esemplare si è proceduto al rilievo diretto e alla restituzione⁶⁵ in scala 1:10 di un campione di dimensione 1m x 1m riferito, per le ragioni appena enunciate, alla fase di impianto precedentemente individuata.

Attraverso l'operazione di restituzione è stato possibile leggere criticamente e mettere in evidenza la forma, la dimensione e la disposizione degli elementi lapidei, il tipo di lavorazione superficiale, la loro collocazione e distribuzione in opera, il livello di ingranamento longitudinale e trasversale e la presenza di zeppe e scaglie, lo spessore dei giunti verticali e orizzontali e la proporzione fra questi e gli elementi lapidei, la presenza di strati di ripianamento periodici o 'cantieri'⁶⁶ e la distanza tra questi, la disposizione e le morfologie di eventuali buche pontae. Solo in un numero limitato di casi è stato possibile rilevare la sezione muraria, al fine di identificarne l'apparecchio dello spessore e, quindi, il suo ingranamento trasversale con l'eventuale presenza di diatoni e di morse.

Per la determinazione degli aspetti prettamente materici, lo scenario multidisciplinare proprio dell'approccio archeometrico si è arricchito dell'apporto di discipline di ambito scientifico/tecnologico⁶⁷. Il carattere sistemico che si è voluto attribuire alla ricerca, unito alla volontà di ottimizzare l'apporto offerto dalla presente ricerca, ha condotto a circoscrivere il ricorso alle tecniche diagnostiche ai soli esemplari più significativi. Tuttavia, su tutti i casi indagati sono state svolte osservazioni di carattere macroscopico relative alle caratteristiche litologiche e morfologiche del materiale lapideo⁶⁸, alle caratteristiche cromatiche, alla qualità e la natura delle malte e ai principali fenomeni di degrado.

Per quei casi in cui è stato possibile ricorrere ad indagini strumentali microdistruttive per la caratterizzazione dei materiali, è stata riposta maggiore attenzione sui lapidei artificiali (malte, intonaci, materiali impermeabilizzanti) con l'obiettivo di acquisire dati sulle tecniche impiegate, importanti per la successiva interpretazione della loro articolazione cronologica. Le indagini di laboratorio hanno fornito anche una prima indicazione sulle patologie di degrado presenti al fine di pervenire alle cause che le hanno originate⁶⁹.

Infatti, mentre i materiali lapidei naturali, reperiti in loco e, nei casi in ispecie, sottoposti a processi di lavorazione alquanto sommari, non presentano eclatanti elementi caratterizzanti sul piano delle morfologie e delle dimensioni, malte e intonaci, seppure eterogenei nelle composizioni e nelle qualità prestazionali, indagati microscopicamente per caratterizzarne composizioni e granulometrie, possono restituire importanti informazioni, altresì, confrontabili con le maestranze che tali impasti adottarono e con le indicazioni fornite dalla committenza e/o dai progettisti per la realizzazione delle strutture difensive⁷⁰. Inoltre, poiché spesso il loro deterioramento è all'origine di importanti fenomeni di dissesto, malte e intonaci rappresentano l'anello debole della compagine

65 Per la campionatura si è proceduto alla acquisizione di un'immagine fotografica, provvista di riferimenti metrici, successivamente fotoraddrizzata con l'ausilio del software *RDF*, concepito dal Laboratorio di fotogrammetria CIRCE dell'Università IUAV di Venezia. La dimensione del campione è stata calibrata tenendo conto del fatto che esso si riferisce a una superficie curva. Viste le esigue dimensioni (1m x 1m) questa è stata approssimata a una superficie piana. La dimensione del campione, seppur ridotta, permette comunque una buona leggibilità della tecnica.

66 Per una dettagliata descrizione della tecnica 'a cantieri' si veda il paragrafo 3.

67 S. MUSSO, *Architettura segni e misura*, op. cit., p. 257.

68 J. J. HERMANN, N. HERZ, R. NEWMAN, *Asmosia 5, Interdisciplinary Studies on ancient stone – Proceedings of the fifth International conference of the association for the study of marble and other stones in antiquity, Museum of fine arts (Boston, June 11-15, 1998)*, London 2002.

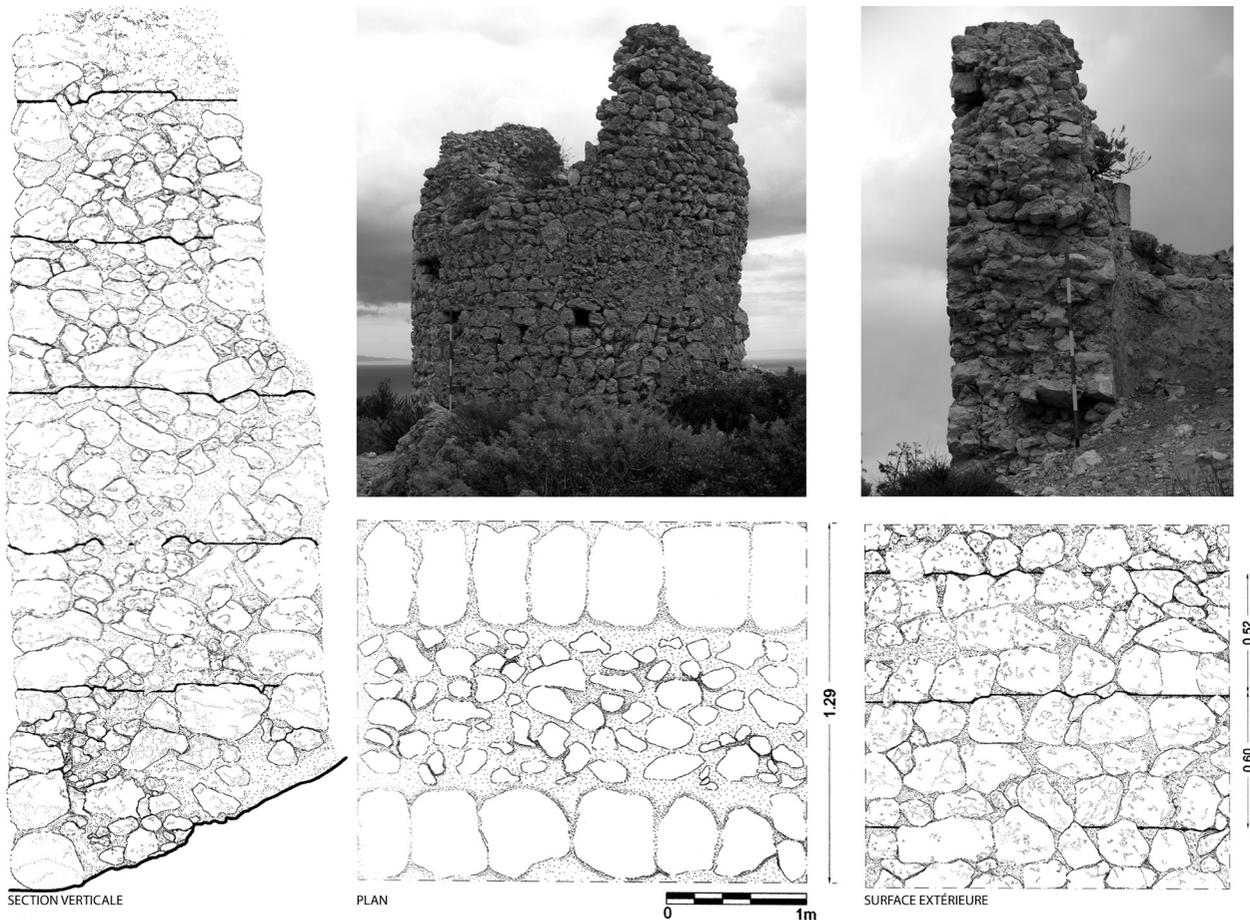
69 G.M. CRISCI, M. FRANZINI, M. LEZZERINI, T. MANNONI, M. P. RICCARDI, *Ancient mortars and their binder*, in *Periodico di mineralogia*, vol. 73, spec. Issue 3, 2004, pp. 259-268.

70 «L'analisi archeometrica dei campioni di malta è indicatore: delle modalità di scelta delle materie prime in rapporto alla loro provenienza e ai valori estetici e tecnici che le contraddistinguono; dei modi di elaborazione delle materie prime al fine di ottenere un materiale da costruzione pronto all'uso; della organizzazione produttiva e di cantiere che ogni scelta implicava», in T. MANNONI, A. BOATO, *Archeologia e storia del cantiere di costruzione*, in *Arqueologia de la arquitectura*, 1, 2002, pp. 39-53.

muraria, quindi, un elemento fondamentale su cui calibrare interventi di restauro improntati alla compatibilità delle aggiunte e delle integrazioni con i materiali storici, nonché rispetto alle condizioni climatiche nelle quali dovranno operare .

Attraverso una scelta ragionata dei punti di prelievo, basata sulle valutazioni derivanti dall'analisi stratigrafica sopra descritta e, ovviamente, orientata a produrre il minimo disturbo dei competenti paramenti, si è ipotizzata, dunque, l'attribuzione cronologica dei distinti campioni, prelevati in postazioni coerenti con le singole fasi costruttive, identificate in ogni sito tramite la competente lettura stratigrafica. Di questi campioni si è proceduto altresì ad una prima analisi macroscopica. Nella fase di campionatura ci si è avvalsi dell'uso di uno scalpello e di un piccolo martello (Fig. 18), avendo cura di ridurre al minimo il danno provocato, prelevando solo il quantitativo di materiale indispensabile per l'esecuzione delle indagini di laboratorio. L'assenza di interventi recenti o la loro facile localizzazione e perimetrazione, nonché lo stato di degrado piuttosto avanzato che sovente caratterizza gli esemplari indagati, hanno agevolato il reperimento di materiali storici attribuibili alle distinte fasi di impianto. L'analisi dei campioni è stata

Fig. 15. Esemplificazione dell'analisi di un campione murario. Autore: M. Porcu.



impostata osservando un puntuale protocollo di indagine⁷¹ che può essere sintetizzato nelle seguenti fasi⁷²:

- esecuzione di fotografie dei campioni con fotocamera digitale e archiviazione degli stessi (Fig. 19);
- analisi petrografica in sezione sottile in luce trasmessa polarizzata (OM) e diffrazione a raggi X su campioni tal quali, per caratterizzare la composizione mineralogica degli aggregati e del legante (Fig. 20);

71 E. PECCHIONI, F. FRATINI, E. CANTISANI, *Le malte antiche e moderne tra tradizione e innovazione*, Bologna 2008; A. MOROPOULOU, A. BAKOLAS, K. BISBIKOU, *Investigation of the technology of historic mortars*, in *Journal of cultural heritage*, Paris, 1, pp. 45-58; J. ELSEN ET ALII, *Microscopical study of ancient mortars from Tournai (Belgium)*, in *Materials Characterization*, 53, pp. 289-295; F. CASADIO, G. CHIARI, S. SIMON, *Evaluation of binder/aggregate ratios in archaeological lime mortars with carbonate aggregate: a comparative assessment of chemical, mechanical and microscopic approaches*, in *Archaeometry*, 2005, n. 47, pp. 671-689.

72 Le indagini strumentali sono state svolte dalla prof.ssa S.M. GRILLO.

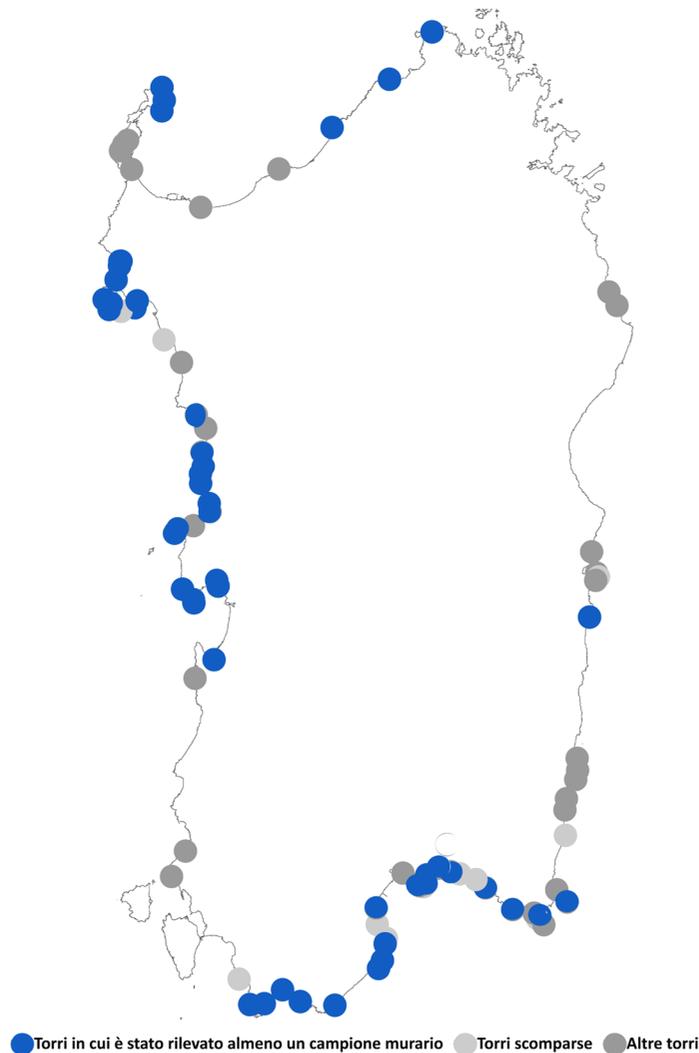


Fig. 16. Torri per le quali è stato possibile condurre il rilievo di almeno un campione murario.

Fig. 17. Torre di Foghe (Tresnuraghes), rilievo dei cantieri su prospetto ottenuto mediante tecnica SfM.



- disgregazione dei lapidei artificiali al fine di definirne la distribuzione granulometrica e il rapporto legante/aggregato;
- analisi diffrattometrica (XRD) per definire la composizione mineralogica dei leganti (Fig. 21).

Osservando la ripetitività dei caratteri rilevati, su base statistica, si è cercato quindi di individuare degli attributi 'tipici' (invarianti), tali da delineare una cultura costruttiva comune⁷³ e, quindi, rappresentare delle vere e proprie «fonti materiali di informazione cronologica»⁷⁴.

73 S. F. MUSSO, *Architettura segni e misura...*, op. cit., p. 257.

74 T. MANNONI, *Metodi per la datazione dell'edilizia storica*, in *Archeologia medievale*, A, XI, 1984.

Archiviazione e trattamento dei dati

Al fine di razionalizzare la catalogazione e la gestione della grande quantità di dati acquisiti attraverso le fasi conoscitive (diretta e indiretta), nonché di contenerne e sintetizzarne l'articolata eterogeneità, è stato concepito un *database* relazionale, in grado di offrire una sintesi critica della ricerca, con utili collegamenti ai documenti originali. Questo strumento prevede l'articolazione in differenti livelli di approfondimento e mantiene un buon grado di flessibilità per consentire successive modifiche e integrazioni.

Una prima scheda, di carattere generale, su ogni fabbricato contiene informazioni 'anagrafiche' circa la localizzazione, il regime di proprietà e di godimento, i dati catastali, la datazione (di impianto) e il regime di vincolo, nonché una prima classificazione tipologica e una valutazione sintetica sullo stato di conservazione generale.

A questa prima scheda sono direttamente collegate le schede di approfondimento sulle partiture murarie oggetto di campionatura⁷⁵, atte a descrivere attraverso dati di carattere dimensionale, morfologico e materico e rappresentazioni grafiche di dettaglio, gli esiti derivanti dalle indagini. Il concepimento di tali schede tiene conto delle indicazioni fornite dall'ICCD - Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione - circa i criteri di descrizione delle caratteristiche materiche, costruttive e meccaniche delle murature storiche e acquisisce gli elementi derivanti dalla ricognizione bibliografica sul tema⁷⁶.

75 L'elaborazione di tali schede è frutto della vivace collaborazione sviluppatasi all'interno del gruppo di ricerca ed è stata condivisa nell'ambito dello svolgimento di diverse tesi di dottorato relative ai siti fortificati della Sardegna. Si citano fra queste: V. Pintus, *Architettura fortificata nei Giudicati di Cagliari e Arborea. Cronotipologia delle strutture murarie, in fieri*. M.S. Pirisino, *Architettura fortificata in Sardegna: i giudicati di Gallura e di Torres. Cronotipologie delle tecniche murarie (XI-XV secolo), in fieri.*; E. PILIA, *Urban ruins. Memorial values and contemporaneity, in fieri*.

76 Si richiamano a questo proposito i *Criteri di descrizione delle tecniche murarie per la predisposizione di moduli schedografici codificati: ricognizione bibliografica* pubblicati dal Ministero per i Beni e le Attività Culturali, ICCD - Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione. La ricognizione bibliografica ha riguardato inoltre le seguenti opere: A. GIUFFRÈ, *Letture sulla meccanica delle murature storiche*, Roma, 1991; A. GIUFFRÈ (a cura di), *Sicurezza e conservazione dei centri storici: il caso Ortigia. Codice di pratica per gli interventi antisismici nel centro storico*, Roma, 2006; C. CAROCCI, C. TOCCI (a cura di), *Antonino Giuffrè. Leggendo il libro delle antiche architetture. Aspetti statici del restauro, saggi 1985-1997*, s.l. 2010; D. FIORANI, *Tecniche costruttive murarie medievali: il Lazio meridionale*, Roma 1996; S. DALLA TORRE (a cura di), *Storia delle tecniche murarie e tutela del patrimonio. Esperienze e questioni di metodo*, Milano 1996; L. BINDA (a cura di), *Caratterizzazione delle murature in pietra e mattoni ai fini dell'individuazione di opportune tecniche di riparazione*, Roma 2001; D. FIORANI, *Tecniche costruttive dell'edilizia storica: conoscere per conservare*, Roma 2005; A. W. HENDRY, *Statica delle strutture in muratura di mattoni*, Bologna 1986; T. TASSIOS, *Meccanica delle murature*, Napoli 1988; E. CURTI, A. LEMME, S. PODESTÀ, *Indicazioni per la valutazione della qualità muraria*, in E. CURTI, A. LEMME, S. PODESTÀ (a cura di), *Sisma Molise 2002: dall'emergenza alla ricostruzione. Edifici in muratura*, Roma 2008; AA.VV., *Manuale delle murature storiche*, Roma 2011; MIBAC, ICCD, Soprintendenza archeologica di Roma, *Norme per la redazione della scheda del saggio stratigrafico*, Roma 1984; G.P. BROGILOLO, *Archeologia dell'edilizia storica*, Como 1988; F. DOGLIONI, G. MIRABELLA ROBERTI (a cura di), *Venezia: forme della costruzione, forme del dissesto*, Cluva 2011; T. MANNONI, C. CIRIELLO, *Atlante dei tipi costruttivi murari in Italia settentrionale*, in M. GUCCIONE (a cura di), *La protezione del patrimonio culturale. La questione sismica*. Atti del II Seminario nazionale di studio, Roma, 1998, pp. 87-99; T. MANNONI, *Tradizioni liguri nell'impiego delle pietre*, in P. MARCHI (a cura di), *Pietre di Liguria*, Genova 1993, pp. 37-44; T. MANNONI, *Archeometria geoarcheologia dei manufatti*, Genova 1994; A. BOATO, *L'archeologia in architettura: misurazioni, stratigrafie, datazioni, restauro*, Venezia 2008; G. BIANCHI, *L'analisi delle tecniche murarie. Spunti interpretativi per la comprensione dei principali assetti abitativi*, in A. MOLINARI, *Segesta II. Il castello e la moschea (scavi 1989-1995)*, Palermo 1997, pp. 213-233; R. PARENTI, *Le strutture murarie: problemi di metodo e prospettive di ricerca*. In *Archeologia Medievale*, vol. X, 1983, pp. 332-338; R. PARENTI, *Una proposta di classificazione tipologica delle murature postclassiche*, in G. BISCONTIN, R. ANGELETTI (a cura di), *Conoscenze e sviluppi teorici per la conservazione di sistemi costruttivi tradizionali in muratura*, Atti del Convegno di Studi, Bressanone 23-26 Giugno 1987, pp. 49-61.

I dati in esse contenuti sono strutturati in tre sezioni: la prima contiene i dati generali che identificano ciascun campione murario, la seconda ne analizza gli aspetti tecnici (morfologici e dimensionali), infine, la terza ne sviluppa gli aspetti materici.

Nella sezione 'dati generali' un codice univoco identifica ciascun campione e sono presenti informazioni utili a localizzarlo, specificando il nome della torre in cui è stato rilevato e la sua posizione, nonché l'elemento costruttivo cui appartiene. Un ulteriore insieme di campi definisce la cronologia del campione murario, che nel caso delle torri è spesso definita con un anno preciso, l'ambito culturale di riferimento e il nome del progettista o del capomastro che ne diresse i lavori.

La seconda sezione, chiamata 'caratteri morfologici', rappresenta una sintesi degli aspetti tecnici presi in esame:

- le caratteristiche del fronte murario e quindi il tipo di tessitura (eventuale presenza di cantieri, filari, ricorsi etc.), l'ingranamento, l'assortimento degli elementi lapidei e la loro disposizione prevalente, la presenza di elementi di riuso o di elementi datanti, zeppe, scaglie e buche puntaie. Per ciascun attributo è possibile integrare il popolamento della scheda con dettagliati dati dimensionali. La restituzione grafica in scala 1:10 del rilievo completa la descrizione del campione.
- le caratteristiche della sezione muraria e nello specifico l'apparecchiatura, la composizione e lo spessore dei due paramenti e del nucleo, la caratterizzazione degli elementi lapidei costituenti e della malta, nonché la presenza di particolari accorgimenti costruttivi quali morse o elementi passanti, sia lapidei (diatoni) che lignei (catene). Anche in questo caso la rappresentazione grafica del rilievo e la sintesi delle analisi tematiche arricchiscono la sezione.

Infine l'ultima sezione è dedicata ai caratteri materici e analizza:

- Il materiale lapideo prevalente, descritto sia dal punto di vista litologico che morfologico, con indicazioni sulle caratteristiche volumetriche e sulla lavorazione superficiale. Completano il quadro conoscitivo le caratteristiche dimensionali (altezza, larghezza e profondità) degli elementi lapidei, per le quali vengono indicati il valore massimo, minimo e maggiormente rappresentativo.
- Il laterizio per il quale vengono definiti i caratteri morfologici, cromatici e dimensionali.



Fig. 18. Fase di campionatura delle malte nella torre di Capo Boi (Solanas, Sinnai).

- La malta, descritta sia da un punto di vista macroscopico che attraverso i dati emersi dalle indagini di laboratorio sopra descritte. Nello specifico, gli esiti dell'analisi macroscopica sono espressi nei campi che definiscono la dimensione dei giunti, il tipo di legante, la consistenza e l'aderenza. Le indagini di laboratorio sono descritte nei campi che individuano il tipo di analisi, il metodo di campionatura, il peso del campione. Agli esiti delle prove viene riservato un campo libero destinato a una descrizione sintetica e alcuni campi che descrivono nel dettaglio legante e aggregato.
- L'intonaco, per il quale vengono definiti numero di strati, tipo di legante, spessore e attributi generali.

L'approccio adottato nella formulazione delle schede e nella scelta dei campi e del vocabolario da utilizzare rappresenta la sintesi dell'approccio archeometrico che ha caratterizzato le diverse fasi di questo studio e, quindi, dei differenti lessici multidisciplinari acquisiti. L'impostazione degli elaborati, soprattutto nelle prime due sezioni, trae ispirazione da un parallelo con il metodo stratigrafico, ma gli strumenti di analisi e, conseguentemente, di descrizione sono stati calibrati in base alla specificità del tema trattato. La sezione sui materiali acquisisce l'importante apporto di discipline di ambito geologico, sia nella definizione degli attributi che nella costruzione dei vocabolari⁷⁷.

Già concepito e strutturato per un successivo sviluppo in ambiente GIS, il *database* è stato importato all'interno di un sistema informativo territoriale con l'obiettivo di au-

⁷⁷ Nella fase di impostazione dei moduli schedografici, per la sezione relativa agli aspetti materici è stato imprescindibile il supporto fornito dalla prof.ssa S.M. GRILLO, docente di Tecniche diagnostiche e materiali per l'architettura presso l'Università di Cagliari e tutor accademico di questa ricerca dottorale, che ha guidato la scelta dei vocabolari e la definizione dei campi.

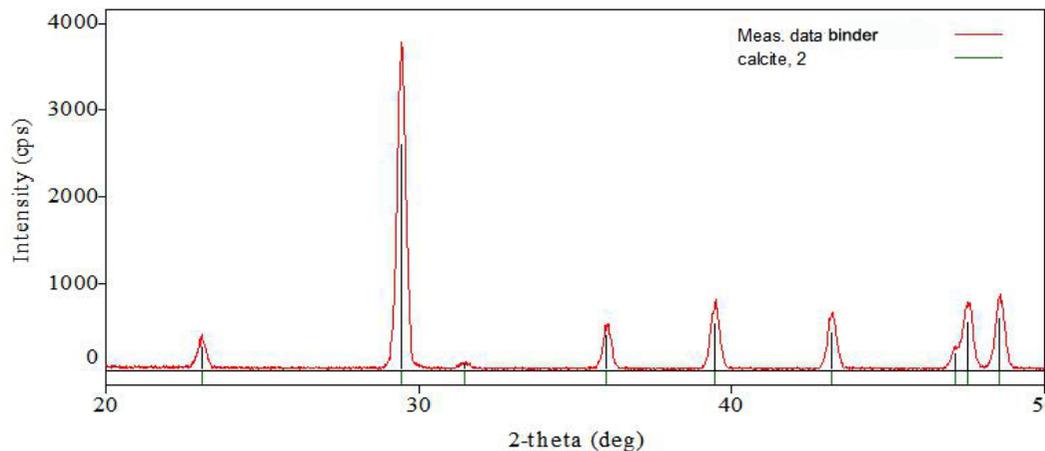
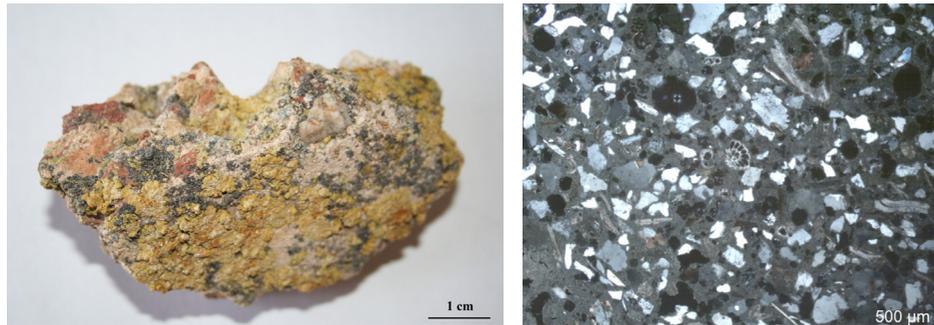


Fig. 19. Campione di intonaco che mostra chiaramente uno strato di finitura molto sottile di colore bianco.

Fig. 20. Immagine realizzata al microscopio ottico in luce trasmessa polarizzata, riferita alla sezione sottile della malta interstiziale storica prelevata nella torre di Cala d'Oliva.

Fig. 21. Diffrattogramma relativo alla malta campionata nella torre di Foghe (Tresnuraghes).

mentarne la leggibilità, facilitare il trattamento e la comparazione dei dati in fase di studio, e garantire una più diffusa accessibilità delle informazioni e una maggiore flessibilità nel loro utilizzo. Per svariate ragioni, riconducibili a una maggiore attenzione verso la componente spaziale⁷⁸, ad una più diffusa accessibilità della tecnologia GIS e ad una più impellente necessità di divulgazione delle informazioni e degli esiti delle ricerche, l'impiego di sistemi informativi spaziali nella gestione, analisi e divulgazione di dati relativi al patrimonio culturale⁷⁹ sta riscuotendo da diversi anni l'interesse dei distinti *stakeholders*⁸⁰. Inoltre, tali strumenti ben si prestano all'integrazione e correlazione con dati provenienti da ricerche specialistiche relative a diversi ambiti disciplinari, per cui ben rispondono alle esigenze imposte dall'approccio archeometrico della ricerca⁸¹.

78 P.J. TAYLOR, R.J. JOHNSTON, *GIS and Geography*, in J. PICKLES (a cura di) *Ground Truth. The social implications of Geographic Information Systems*, London 1995, pp. 51-67.

79 P. ARDISSONE, *Sistemi informativi spaziali per i beni culturali ambientali*, tesi di dottorato in Disegno e rilievo per la tutela del patrimonio edilizio e territoriale, Politecnico di Torino, XIX ciclo, aprile 2006.

80 P. CHIAS ET ALII, *A GIS in cultural heritage based upon multiformat database and hypermedial personalized queries*, In A. GEORGOPOULOS (a cura di), *Proceedings of XXI International CIPA Symposium*, 1-6 October 2007, Atene, XXXVI-5, pp. 222-226.

81 P. ARDISSONE, F. RINAUDO, *A GIS for the management of historical and archaeological data*, in *International Archives of Photogrammetry and Remote sensing and Spatial Information Sciences*, 36 (2005), 5, pp. 643-648; E. ALBERY, P. BOCCARDO, A. SPANÓ, *A new concept GIS for archaeological studies. International archives of the photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences*, vol. XXXIV-5/C7, 2001; C. GIANNATTASIO, S.M. GRILLO, G. VACCA, *The medieval San Francesco convent in Cagliari: from the architectural, materical and historical-stratigraphical analysis to the information system*, in *International journal of heritage in the digital era*, vol. 3, fasc.2, pp. 413-429.

Fig. 22. Scheda di carattere generale.

ANAGRAFICA	
ID_TORRE:	T027
Nome attuale:	Torre di Mezza Spiaggia
Provincia:	CA
Comune:	Cagliari
Località:	Poetto
Dati catastali torre:	Cod. Comune B 354 Foglio 31 Sezione A Particella 110
Dati catastali area:	Mappale 110,6,1512
Coordinate geografiche:	4340126 N 514749 E Quota
Proprietà:	Demanio dello Stato Ramo Marina Mercantile
Proprietà per l'area:	Demanio dello Stato Ramo Marina Mercantile
Regime di godimento:	
Regime di vincolo:	Verifica non effettuata Decreto di vincolo
Altri vincoli:	255
Tipologia:	troncoconica
Stato di conservazione:	Buono
Data di costruzione:	ante 1578
Nomi storici:	



[visure](#)

Per lo sviluppo del sistema informativo territoriale è stato scelto di operare con il *software* GVSig. Esso, disponibile gratuitamente, è stato selezionato per la semplicità della struttura e dell'interfaccia grafica.

Per la rappresentazione e georeferenziazione delle torri costiere analizzate è stato adottato uno *shapefile* con geometrie di tipo puntuale. Il file, costituito da 105 *record*, è stato creato *ex novo* partendo da un foglio di calcolo⁸² popolato con coordinate proiettate acquisite attraverso l'impiego di risorse disponibili in rete⁸³. Lo *shapefile* è stato successivamente integrato con i dati contenuti nel *database* appena descritto, sfruttando la corrispondenza univoca del campo ID.

Per il supporto cartografico sono state scelte differenti basi in formato raster, già georeferenziate, generalmente acquisite dal geoportale della Regione Sardegna⁸⁴, in cui è possibile accedere a un ampio repertorio di dati geografici. Il sito costituisce il punto d'accesso unico al patrimonio informativo della Regione. Questo strumento ha rappresentato una preziosa risorsa anche per l'acquisizione di dati già elaborati, funzionali allo sviluppo delle analisi tematiche.

Lo strumento GIS ha accompagnato e supportato diverse fasi della ricerca, dalla pianificazione delle prime campagne di rilievo all'estrapolazione dei dati di sintesi, proiettando la propria efficacia anche verso impieghi successivi. Al contempo, il suo impiego ha consentito di recuperare una visione omnicomprensiva del sistema di torri costiere e, al tempo stesso, di garantire l'adeguata specificità del rilievo di ogni singolo caso. Inoltre, per poter contestualizzare il caso sardo e identificarne più chiaramente i riferimenti culturali, tale strumento, facilmente integrabile, si presta agevolmente a un'apertura e a un confronto con altri sistemi di torri costiere.

Uno sguardo verso il Mediterraneo

La consapevolezza dell'influenza culturale che l'impero spagnolo ha esercitato nella definizione delle scelte architettoniche e tipologiche e nelle tecniche costruttive adottate nella costruzione delle torri sarde, ha spinto questa ricerca ad ampliare i propri orizzonti verso altre realtà mediterranee che, nell'intervallo cronologico esaminato, gravitavano direttamente o indirettamente nell'orbita spagnola. L'indagine pertanto si è orientata verso le logiche e le prassi costruttive che hanno caratterizzato la fabbricazione di altri sistemi di torri costiere edificate tra il XVI e il XVII secolo.

Il confronto tra la Sardegna e altri contesti geografici è scaturito dalla volontà di cercare le radici culturali e i modelli di riferimento del processo di fortificazione dell'isola, all'interno del quadro, ben più ampio e complesso, della difesa della 'frontiera costiera' del Mediterraneo. Nello specifico, sono stati presi in esame i sistemi costieri della Penisola Iberica e, quindi, le torri dell'Andalusia, del Regno di Granada, di Murcia, di Valencia e di Aragona, nonché le torri dei possedimenti insulari del Regno di Mallorca. Per quanto riguarda i litorali italiani, sono stati presi in esame i sistemi del Regno di Napoli e di Sicilia e lo Stato dei Reali Presidi di Toscana, all'epoca dominati dalla corona di Spagna, ma anche i repertori degli Stati che, pur non essendo direttamente sotto il dominio spagnolo, ne hanno differenzialmente subito l'influenza, come lo Stato Pontificio, il Granducato di Toscana, la Repubblica di Genova e, infine, la Corsica.

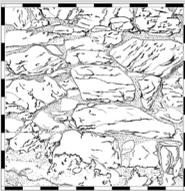
82 Il file .xls così modificato è stato aperto su un nuovo *dataframe* ed è stato trasformato in uno *shapefile* attraverso il comando *addxy*, utilizzando come riferimento i valori contenuti nei due campi nei quali erano state trascritte le coordinate est e nord.

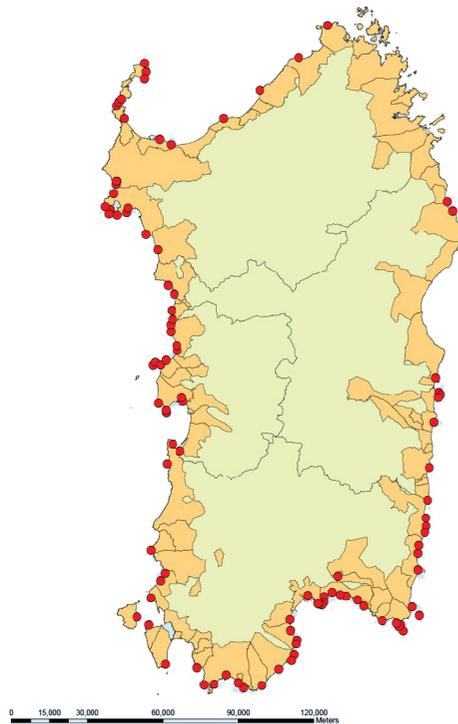
83 Per il reperimento delle coordinate è stato utilizzato il seguente sito: http://tools.wmflabs.org/geohack/geohack.php?language=it&pagename=Torri_costiere_della_Sardegna¶ms=39_12_53_N_9_05_47_E&title=Torre+della+Scafa

84 <http://www.sardegnageoportale.it/>

Lo studio delle differenti declinazioni che la comune matrice difensiva costiera ha assunto nei vari Paesi è stato svolto, prevalentemente, sulla base di una documentazione bibliografica, eccezion fatta per l'analisi del sistema di torri della Corsica, oggetto anche di un approfondimento diretto. Tale prospettiva contiene interessanti spunti per approfondimenti successivi.

Fig. 23. Esempio di scheda dei campioni murari

DATI GENERALI		SEZIONE MURARIA	
ID_CM 001	ID_bene T_98 Comune Porto Torres	Composizione a sacco	Descrizione La muratura è a sacco e ha uno spessore di circa 2.50 m. E' costituita da due paramenti di 80-90 cm e un riempimento interno in malta e pietrame minuto.
	Denominazione Torre di Trabuccato	% pietra	% malta % vuoti
	Posizione del campione Esterno, 80°	Spessore 250	Spessore paramento ext 80-90 Spessore paramento 80-90 Spessore nucleo 70
	Elemento costruttivo di riferimento Muro portante	NUCLEO	
	Cronologia 1610 Cultura Spagnola	Descrizione	Apparecchiatura
	Descrizione generica		Riempimento
		Osservazioni	Legante
RILEVO E RESTITUZIONE GRAFICA		MATERIALE LAPIDEO	
	Tipo di rilevamento Fotografico, grafico	Litotipo micascisto Colore marrone scuro Formai irregolare El. di riuso	Lavorazione sbazzatura Lavorazione superficiale sbazzatura Provenienza locale
	Dimensione del campione (cm) 100x100 Scala di restituzione 1:10	Lavorazione sbazzatura	Stato di conservazione 3 Osservazioni Elementi lapidei sbazzati solo sulla faccia a vista, materiale lapideo di natura calcarea compare solo nelle zeppe
	Rilevatore Stefania Murru Data di rilevamento 25 maggio 2013	Dimensione max 50x20 Dimensione min. 25x15 Dimensione rappresentativa 35x20	
	Osservazioni	LATERIZIO	
		LAT_Tipo	Caratteristiche LAT_Colore Cultura
		Altezza	Larghezza Osservazioni
		Profondità	
APPARECCHIATURA		MALTA	
Descrizione I conai sono di pezzatura medio-grande, non lavorati e orditi per cantieri pressoché regolari. L'assortimento degli elementi lapidei non è molto variegato, ma sono presenti numerose "zeppe" e l'ingranamento è complessivamente buono.	Apparecchiatura cantieri	Descrizione di calce aerea	Tipo Morfologia
	Disposizione elem. casuale	Legante calce aerea	Aggregato silicatico Aderenza mediocre Consistenza
	Tessitura	Larghezza giunti verticali (cm) 1-2	Osservazioni
<input type="checkbox"/> FILARI Altezza filari (cm)	<input checked="" type="checkbox"/> CANTIERI Altezza cantieri (cm) 70-80	Altezza letto di posa (cm) 1-2	
<input type="checkbox"/> DIATONI Frequenza diatoni	<input type="checkbox"/> LIVELLAMENTI Distanza tra livellamenti (cm)		INTONACCO
<input checked="" type="checkbox"/> ZEPPE Materiale Ligno/lapideo Dimensione 3-6 cm x 2-4 cm Posizione Casuale			Intonacco Tipo Osservazioni E' quasi assente
<input type="checkbox"/> BUCHE PONTAIE Forma Dimensione (cm) Distanza verticale Distanza orizzontale			Spessore (cm) 2-3
<input type="checkbox"/> Segni/incisioni Elementi materici singolari			
Modifiche alla configurazione muraria originaria	Osservazioni		
Non rilevate	Gli elementi lapidei sono orditi non tenendo conto della stratificazione naturale del materiale		



Legenda

Comuni costieri

torri_

FID	shape_1	nome_1991	nome	TA	LOCABESSE	provinsi
0	Point	1 8980	42037	17_18 Santa Maria Nuova	S. Maria Nuova, S. Maria	OO
1	Point	2 8982	42039	17_18 San Michele	Arakula, Torrali	OO
2	Point	3 8980	44199	17_18 Capo Madonna	Arakula, Torrali	OO
3	Point	4 8981	44200	17_18 Corronno	Arakula, Torrali	OO
4	Point	5 8984	43061	17_18 C. S. Giovanni	Biancamano	CA
5	Point	6 8982	43062	17_18 S. Giovanni di S. Maria	S. Maria, Teramo	OO
6	Point	7 8981	43061	17_18 S. Giovanni di S. Maria	S. Maria, Teramo	OO
7	Point	8 8981	43113	17_18 Capo S. Leonardo	S. Maria, Teramo	OO
8	Point	9 8982	43113	17_18 Capo S. Leonardo	Vibonati	CA
9	Point	10 8947	43067	17_18 Capo Colale	Vibonati	CA
10	Point	11 8922	43065	17_18 Capo Colale	S. Maria, Teramo	OO
11	Point	12 8918	43075	17_18 S. Maria	Marzara	CA
12	Point	13 8916	43067	17_18 Capo Puro	Marzara	CA
13	Point	14 8948	43061	17_18 Cala Peli	Castellana	CA
14	Point	15 8926	43026	17_18 S. Agostino	Vibonati	CA
15	Point	16 8941	43021	17_18 Porto Cervo	Vibonati	CA
16	Point	17 8941	43027	17_18 Porto Cervo	Vibonati	CA
17	Point	18 8948	43026	17_18 Capo Colale	Vibonati	CA
18	Point	19 8948	43026	17_18 Capo Colale	Vibonati	CA
19	Point	20 8977	43000	17_18 Capo S. Leo	S. Maria	OO
20	Point	21 8925	43062	17_18 Capo S. Leo	T. S. Maria, Marzara	OO
21	Point	22 8930	43060	17_18 Capo S. Leo	Castellana, Quarta S. E.	CA
22	Point	23 8924	43064	17_18 Capo S. Leo	Castellana, Quarta S. E.	CA
23	Point	24 8975	43061	17_18 S. Maria	S. Maria, Quarta S. E.	CA
24	Point	25 8971	43060	17_18 S. Leo	Porto, Quarta S. E.	CA
25	Point	26 8979	43019	17_18 S. Leonardo	Porto, Quarta S. E.	CA
26	Point	27 8147	43061	17_18 Capo S. Leonardo	Porto, Quarta S. E.	CA
27	Point	28 8148	43079	17_18 S. Maria	Cagliari	CA
28	Point	29 8149	43079	17_18 S. Maria	Cagliari	CA
29	Point	30 8149	43080	17_18 S. Maria	Cagliari	CA
30	Point	31 8147	43072	17_18 S. Leo	Capo S. Dio, Cagliari	CA
31	Point	32 8122	43072	17_18 S. Leo	Cagliari	CA
32	Point	33 8903	43060	17_18 S. Leo	Capo S. Dio, Cagliari	CA
33	Point	34 8916	43022	17_18 S. Leo	Littorionata S. Leo, Capoterra	CA
34	Point	35 8913	43060	17_18 S. Leo	S. Maria	OO
35	Point	36 8928	43020	17_18 S. Leonardo	S. Maria	OO
36	Point	37 8928	43016	17_18 S. Leo	S. Maria	OO
37	Point	38 8927	43012	17_18 S. Leonardo	Paù	CA
38	Point	39 8917	43010	17_18 S. Leo	Paù	CA
39	Point	40 8907	43019	17_18 S. Leo	Paù	CA
40	Point	41 8900	43061	17_18 S. Leo	Ola, Olanut, S. Maria	CA
41	Point	42 8902	43067	17_18 Capo S. Leonardo	Castellana, Quarta S. E.	CA
42	Point	43 8901	43061	17_18 S. Leo	Tauzara	CA
43	Point	44 4799	43061	17_18 S. Leo	Tauzara	CA
44	Point	45 4799	43061	17_18 S. Leo	Tauzara	CA
45	Point	46 4799	43061	17_18 S. Leo	Tauzara	CA
46	Point	47 4799	43061	17_18 S. Leo	Tauzara	CA
47	Point	48 4642	43011	17_18 S. Maria S. Francesco	Tauzara	CA
48	Point	49 4617	43014	17_18 S. Maria S. Francesco	Tauzara	CA
49	Point	50 4652	43011	17_18 S. Maria S. Francesco	Tauzara	CA
50	Point	51 4626	43022	17_18 S. Maria S. Francesco	Tauzara	CA
51	Point	52 4641	43066	17_18 S. Maria S. Francesco	Porto S. Paolo	OO
52	Point	53 4616	43064	17_18 S. Maria S. Francesco	Porto S. Paolo, S. Maria	OO
53	Point	54 4646	43064	17_18 S. Maria S. Francesco	Porto S. Paolo, S. Maria	OO
54	Point	55 4646	43066	17_18 S. Maria S. Francesco	Porto S. Paolo, S. Maria	OO
55	Point	56 4646	43066	17_18 S. Maria S. Francesco	Porto S. Paolo, S. Maria	OO
56	Point	57 4624	43027	17_18 S. Maria S. Francesco	Porto S. Paolo, S. Maria	OO
57	Point	58 4646	43064	17_18 S. Maria S. Francesco	Porto S. Paolo, S. Maria	OO
58	Point	59 4675	43027	17_18 S. Maria S. Francesco	Porto S. Paolo, S. Maria	OO
59	Point	60 4686	43010	17_18 S. Maria S. Francesco	Porto S. Paolo, S. Maria	OO
60	Point	61 4682	43010	17_18 S. Maria S. Francesco	Porto S. Paolo, S. Maria	OO
61	Point	62 4613	43010	17_18 S. Maria S. Francesco	Porto S. Paolo, S. Maria	OO
62	Point	63 4632	43010	17_18 S. Maria S. Francesco	Porto S. Paolo, S. Maria	OO
63	Point	64 4632	43010	17_18 S. Maria S. Francesco	Porto S. Paolo, S. Maria	OO
64	Point	65 4646	43011	17_18 S. Maria S. Francesco	Porto S. Paolo, S. Maria	OO
65	Point	66 4617	43027	17_18 S. Maria S. Francesco	Porto S. Paolo, S. Maria	OO
66	Point	67 4686	43011	17_18 S. Maria S. Francesco	Porto S. Paolo, S. Maria	OO
67	Point	68 4622	43027	17_18 S. Maria S. Francesco	Porto S. Paolo, S. Maria	OO
68	Point	69 4646	43011	17_18 S. Maria S. Francesco	Porto S. Paolo, S. Maria	OO
69	Point	70 4622	43027	17_18 S. Maria S. Francesco	Porto S. Paolo, S. Maria	OO
70	Point	71 4638	43011	17_18 S. Maria S. Francesco	Porto S. Paolo, S. Maria	OO
71	Point	72 4638	43011	17_18 S. Maria S. Francesco	Porto S. Paolo, S. Maria	OO
72	Point	73 4638	43011	17_18 S. Maria S. Francesco	Porto S. Paolo, S. Maria	OO
73	Point	74 4638	43011	17_18 S. Maria S. Francesco	Porto S. Paolo, S. Maria	OO
74	Point	75 4638	43011	17_18 S. Maria S. Francesco	Porto S. Paolo, S. Maria	OO
75	Point	76 4638	43011	17_18 S. Maria S. Francesco	Porto S. Paolo, S. Maria	OO
76	Point	77 4638	43011	17_18 S. Maria S. Francesco	Porto S. Paolo, S. Maria	OO
77	Point	78 4638	43011	17_18 S. Maria S. Francesco	Porto S. Paolo, S. Maria	OO
78	Point	79 4638	43011	17_18 S. Maria S. Francesco	Porto S. Paolo, S. Maria	OO
79	Point	80 4638	43011	17_18 S. Maria S. Francesco	Porto S. Paolo, S. Maria	OO
80	Point	81 4638	43011	17_18 S. Maria S. Francesco	Porto S. Paolo, S. Maria	OO
81	Point	82 4638	43011	17_18 S. Maria S. Francesco	Porto S. Paolo, S. Maria	OO
82	Point	83 4638	43011	17_18 S. Maria S. Francesco	Porto S. Paolo, S. Maria	OO
83	Point	84 4638	43011	17_18 S. Maria S. Francesco	Porto S. Paolo, S. Maria	OO
84	Point	85 4638	43011	17_18 S. Maria S. Francesco	Porto S. Paolo, S. Maria	OO
85	Point	86 4638	43011	17_18 S. Maria S. Francesco	Porto S. Paolo, S. Maria	OO

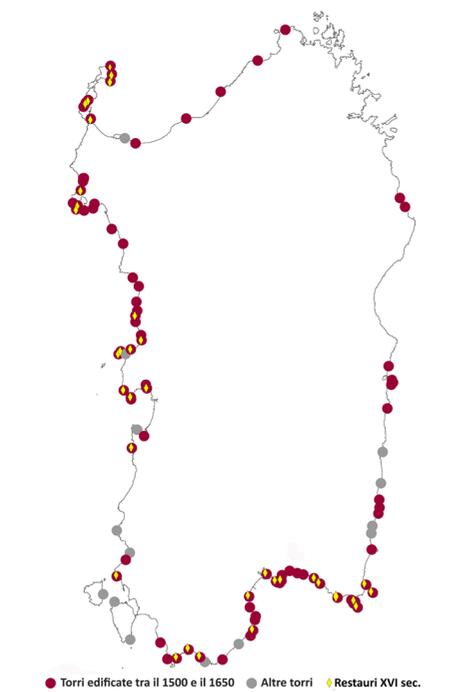


Fig. 24. Esempio di impiego del SIT in fase di ricerca: intersezione con lo shapefile contenente i confini amministrativi comunali, nel quale sono stati isolati i soli comuni costieri, per verificare l'esatta ubicazione dei fortificati.

Fig. 25. Esempio di impiego del SIT in fase di ricerca: query sui restauri storici. In questo caso sono stati evidenziati solo i restauri relativi al XVI secolo.

3

RISULTATI

Capitolo 3

3. RISULTATI

3.1. Risultati archeometrici

1.1.1. Tipologia architettonica e caratteri distributivi delle torri costiere della Sardegna

L'uso di sistemi di rilievo integrati ha consentito di confutare le precedenti classificazioni tipologiche¹ e di evidenziare, con maggiore dettaglio, piccole differenze morfologiche più difficilmente percepibili attraverso sistemi di rilievo tradizionali. Mediante lo studio del modello tridimensionale si è inoltre cercato di individuare relazioni dimensionali e proporzionali fra gli esemplari analizzati, alla ricerca di elementi ricorrenti e moduli costruttivi, riferendo i dati rilevati anche alle unità di misura storiche (analisi metrologica). In particolare, si è fatto riferimento ai *palmi sardi*, unità di misura di lunghezza ampiamente utilizzata in tutta l'isola fino al XIX secolo e corrispondente a 0,262 metri, ed al suo multiplo, la *canna*, pari a 12 *palmi* per un totale di 3,15 metri².

Pur tenendo conto della pluralità di soggetti che ne commissionarono la realizzazione³, tutte le torri analizzate sono accomunate dalla scelta di una tipologia di facile realizzazione e di soluzioni tecniche e architettoniche di lunga tradizione e poco sofisticate, fortemente influenzata dalla scarsità delle risorse demografiche e materiali che caratterizzavano il contesto, nonché dalla necessità di brevi tempi di costruzione. Infatti, la bassa densità di popolazione residente sulle coste dell'isola, l'assenza di significative attività economiche e, conseguentemente, la scarsità di risorse finanziarie, sempre aggravata dal disinteresse da parte del governo centrale, non avrebbero giustificato l'adozione di un modello particolarmente dispendioso.

Probabilmente per queste ragioni in Sardegna si optò per il modello scarpato a base circolare, perlopiù tronconico, lontano dalla modernità della soluzione tipologica adottata nel Regno di Napoli⁴, ma comunque rispondente ai basilari requisiti di avvistamento e sbarramento delle forze nemiche. L'adozione di modelli oramai obsoleti sotto il profilo militare testimonia, indirettamente, la marginalità della cultura costruttiva dell'isola. La loro realizzazione fu nettamente meno costosa rispetto ai coevi esemplari peninsulari, proprio per la minore complessità costruttiva oltre che, per i costi più contenuti delle maestranze sarde rispetto a quelle italiane. Si pensi, infatti, che i costi di costruzione

¹Pressoché tutte le opere che hanno affrontato il tema delle torri costiere della Sardegna riportano delle proposte di classificazione tipologica, seppur con sottili differenze. In particolare per lo sviluppo di questo studio le seguenti opere sono state un prezioso supporto a cui riferirsi per lo sviluppo dell'analisi tipologica: F. FOIS, *Torri spagnole e forti piemontesi in Sardegna: contributo alla storia dell'architettura militare*, Cagliari 1981; G. MONTALDO, *Le torri costiere della Sardegna*, Sassari 1992; M. RASSU, *Guida alle torri e ai forti costieri*, Cagliari 2000; M. RASSU, *Sentinelle del mare. Le torri della difesa costiera della Sardegna*, Dolianova 2005.

² P. SCARPELLINI, *Informazioni tecniche dall'analisi documentaria*, in G. ORTU, A. SANNA, *Atlante delle culture costruttive della Sardegna. Le geografie dell'abitare*, Roma 2009, p. 278.

³Le risorse finanziarie occorrenti per la realizzazione delle torri sarde non provenivano esclusivamente dalla Reale Amministrazione delle Torri, che amministrava solo il 65 % dei fortificati. Molte fortificazioni (circa il 28%) furono infatti costruite su iniziativa privata di imprenditori e amministratori locali che avevano interessi economici diretti sui tratti di costa da fortificare. Solo poche torri (circa il 7%) di grosse dimensioni o fortificati localizzati in punti di particolare interesse strategico furono edificati e gestiti direttamente dal Regio Erario. Questo argomento è ampiamente affrontato in G. MELE, *Torri e cannoni*, Sassari 2000; E. PILLOLU, *Le torri litoranee in Sardegna*, Cagliari 1957.

⁴Maggiori dettagli sulle caratteristiche tipologiche riferite alle torri del Regno di Napoli sono contenuti al paragrafo 3.3.

delle torri sarde variavano, a seconda della tipologia e delle dimensioni, tra i 200 e i 300 ducati⁵, che equivalevano a circa un quinto dei costi necessari alla realizzazione delle torri del Regno di Napoli⁶.

Tra le soluzioni tipologiche a sezione circolare, il modello più frequente sulle coste sarde è quello costituito da un volume unico, di forma **troncoconica**. Stante le considerazioni già svolte, questo modello rappresentava la migliore risposta alle esigenze difensive dell'isola. Soddisfaceva, infatti, il requisito della massima stabilità e uniformità strutturale nella risposta alle sollecitazioni dovute alle artiglierie. Inoltre, la sezione scarpata garantiva una maggiore difendibilità in caso di attacco da terra, annullando totalmente gli angoli morti. Di contro la forma della piazza d'armi impediva il posizionamento di più di due cannoni.

Questa tipologia rappresenta circa il 69 % del totale delle torri sarde, sebbene le declinazioni che essa ha assunto siano eterogenee. All'interno di questa classe tipologica rientrano, infatti, torri nelle quali la svasatura è molto pronunciata, come nel caso della torre di Capo Boi in cui raggiunge il 26%, ma anche casi in cui la svasatura è talmente lieve da poterle assimilare a dei cilindri⁷. E' questo il caso, per esempio, delle torri dell'isola dell'Asinara, edificate al principio del XVII secolo e quindi fra le più tarde tra gli esemplari analizzati, in cui la svasatura risulta di appena il 2 %⁸. Nei casi più frequenti si attesta intorno al 7-8 %. Una variante a questa tipologia, identificata in un unico esemplare, è rappresentata dalla torre di Porto Giunco, il cui volume può essere sintetizzato con la sovrapposizione di due tronchi di cono di svasatura lievemente diversa⁹. La presenza di una zoccolatura basamentale è un elemento ricorrente nelle torri iscritte in questa categoria.

Le dimensioni, così come i rapporti proporzionali, variano notevolmente tanto che risulta complesso evidenziare una tendenza. La relazione più palese è quella che intercorre tra la dimensione e la funzione del fortilizio: torri deputate allo sbarramento, erette a protezione dei siti più vulnerabili e di maggiore interesse strategico ed economico, dette anche *gallardas*, presentano dimensioni importanti e spessori murari considerevoli, assumendo una configurazione tozza. Al contrario, torri destinate al solo avvistamento, quindi, con una ridotta dotazione di artiglieria, denominate *torrezillas*, hanno dimensioni minime e appaiono generalmente più snelle, con un rapporto altezza/diametro più elevato. La gamma dimensionale include morfologie tozze come Torre Grande, la più grande del sistema, che presenta un diametro alla base di ben 21,5 m (circa 7 *canne*) e un'altezza di 15,5 m (circa 5 *canne*) fuori terra, e torri minute come Su Loi, a Capoterra, con diametro alla base di soli 6,3 m (circa 2 *canne*) e un'altezza massima di 7,70 m (circa 2 *canne* e 5 palmi). Analogamente, anche all'interno della stessa classe dimensionale, troviamo torri più tozze o snelle, con un rapporto altezza/diametro fortemente sbilanciato a favore dell'altezza. L'altezza totale, pure per motivi di stabilità, è sempre molto limitata, probabilmente anche per esigenze di *camouflage*.

5 «L'imperatore Carlo V fece coniare il *ducato* d'argento detto volgarmente il cianfrone, con l'armi di Spagna da una parte e l'epigrafe CAROLUS V, ROMANORUM IMPERATOR, REX AUSTRIAE ET UTRIUSQUE SICILIAE». In N. COMERCI, *L'amministrazione finanziaria del Regno delle Due Sicilie esposta nelle addizioni alla giurisprudenza generale compilata dal signor Dalloz. Per cura di Nicola Mercati, visitatore degli archivi*, Napoli 1828, p. 238. In Sardegna, tra l'inizio del XV secolo e fino alla metà del XIX era in vigore la *lira sarda*, suddivisa a sua volta in 20 *soldi* e 12 *denari*. Troviamo maggiori notizie a questo proposito in P. SCARPELLINI, *Informazioni tecniche dall'analisi documentaria*, in G. ORTU, A. SANNA, *Atlante delle culture costruttive della Sardegna. Le geografie dell'abitare*, Roma 2009, pp. 277-278. Infine in G. MELE, *Torri e cannoni*, op. cit., p. 12 è pubblicata una interessante tabella di conversione delle monete riferite all'arco cronologico analizzato.

6 G. MELE, *Torri e cannoni*, op. cit., p. 95.

7 In realtà queste torri, che rappresentano circa il 6% del totale, sono state classificate come cilindriche.

8 S. MURRU, *Affinities in construction techniques of a unitary project: the coastal towers of the Asinara Island (Sardinia)*, op. cit., pp. 243-250.

9 C. VIRDIS, *La torre di Porto Giunco. Dalla scala del paesaggio al progetto di restauro...*, op. cit..

Capitolo 3

Una certa omogeneità dimensionale e proporzionale si può talvolta riconoscere fra torri incluse nello stesso areale e ascrivibili a un intervallo cronologico ridotto. Un esempio è rappresentato dalle torri incluse nell'areale Chia-Teulada in cui è possibile individuare, in almeno 5 casi, dimensioni e proporzioni analoghe.

Le torri di Capo Malfatano, Pixini, Budello, Chia e San Macario presentano infatti il diametro alla base di dimensioni comprese tra 11,30 e 12,80 metri (3,5-4canne), generalmente pari all'altezza media dal piano di campagna alla quota del parapetto, mentre il diametro superiore misura generalmente circa 2 metri in meno. Ciò induce a pensare che il dato sia più ascrivibile alla vicinanza fisica e cronologica¹⁰ che lega gli esemplari e quindi al probabile coinvolgimento delle medesime maestranze e capomastri, piuttosto che a un'impronta culturale comune riconducibile alla committenza. Inoltre tali torri, come verrà meglio esplicitato nel seguente paragrafo, sono caratterizzate dall'uso di materiale lapideo di reimpiego con morfologie e dimensioni più regolari. Questo aspetto potrebbe aver agevolato l'osservazione di una maggiore regolarità anche tipologica e dimensionale.

In ordine di diffusione, segue la tipologia costituita da un **tronco di cono più cilindro**, riscontrabile nel 19 % dei casi e ampiamente rappresentata dalle torri della costa nord-occidentale, nel tratto di litorale incluso tra Oristano e Alghero¹¹. Il volume troncoconico costituisce la parte basamentale sulla quale si imposta il volume cilindrico superiore. Il punto di giunzione tra i due volumi viene spesso risolto con una modanatura con sezione a toro realizzata con litotipi differenti rispetto al corpo della torre (redondone)¹².

¹⁰ Le torri di questo areale sono state edificate in un arco cronologico limitato (1578-1601).

¹¹ C. GIANNATTASIO, S.M. GRILLO, S. MURRU, *The Western Sardinian coast defensive towers (16th-17th century): an interdisciplinary approach for the chronological definition of masonries*, op. cit., pp. 3-17.

¹² Questo elemento, di chiara matrice angioina come la tipologia turrita troncoconica nel suo insieme, veniva chiamato *redondone* ed è presente in numerose torri dell'area di Bosa e di Alghero.

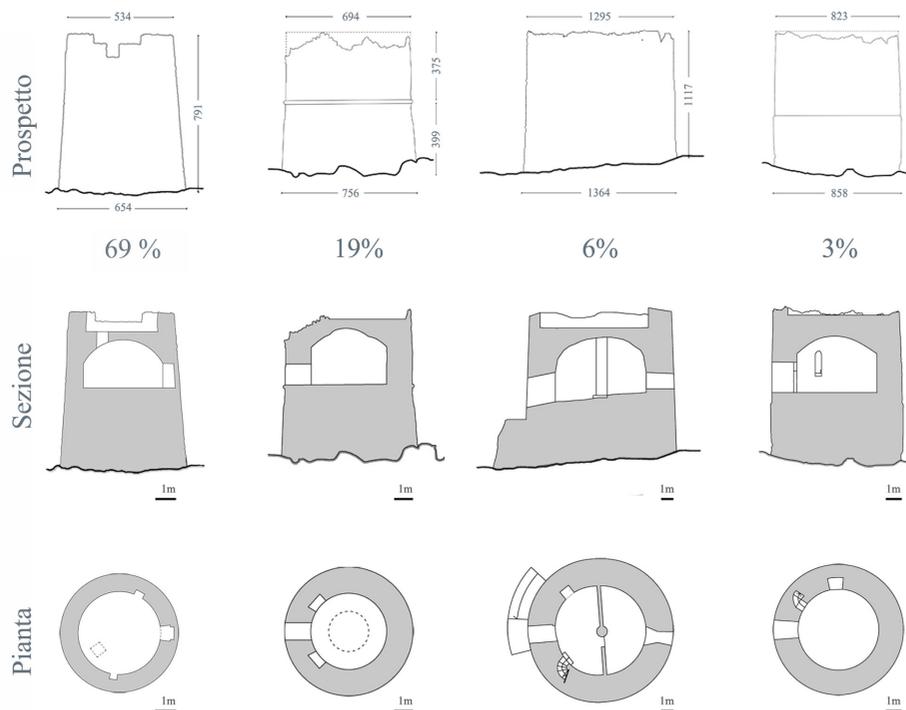


Fig. 01. Schemi delle tipologie prevalenti riferite al sistema.

Dal punto di vista dimensionale si ribadiscono le considerazioni fatte per la tipologia troncoconica, su rapporto che lega dimensioni e proporzioni dei fortificati allo specifico ruolo difensivo. Il rapporto proporzionale, anche in questo caso, varia considerevolmente, pure in morfologie simili dal punto di vista dimensionale e ubicate nel medesimo areale, dando vita a un abaco compositivo davvero eterogeneo. Osservando, per esempio, l'area di Bosa, se esistono delle similitudini tra torri come Santa Caterina di Pittinurri e Argentina, per altre molto vicine, come Ischia Ruggia, si rilevano anche caratteri tipologici alquanto differenti: nei primi due casi la base troncoconica, infatti, ha un'altezza ridotta rispetto al volume superiore (1 su 2), mentre nel terzo i due volumi hanno altezza pressoché equivalente.

Ritroviamo la tipologia troncoconica con cornice torica di separazione in numerose

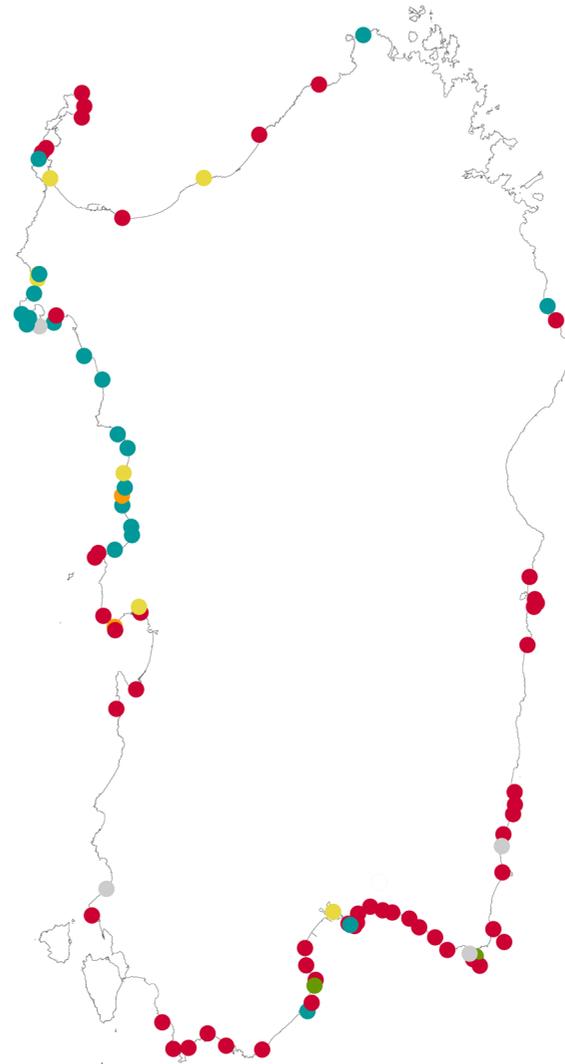


Fig. 02. Mappa che rappresenta la sintesi delle tipologie architettoniche riferita all'intero sistema.

- Troncoconica
- Troncodi cono+cilindro
- Cilindrica
- Cilindro su cilindro
- Tronco di cono+tronco di cono
- Non rilevabile

Capitolo 3

torri costiere della Corsica, anche di realizzazione più tarda rispetto a quelle sarde (inizi XVII secolo). Tuttavia nel caso delle torri corse si può notare una maggiore costanza nei rapporti dimensionali fra i due volumi e l'adozione di soluzioni architettoniche più sofisticate¹³. Nel restante 12% dei casi sono incluse le tipologie meno frequenti: sovrapposizione di due cilindri di diverso diametro, come nel caso della torre di Foghe nella costa occidentale, o di due tronchi di cono.

L'impianto distributivo viene invece ripetuto, senza variazioni, su tutti i fabbricati del sistema¹⁴ e si articola su tre livelli. Il primo livello costituisce il volume basamentale, cinto da muri possenti e pieno di terra e pietrame sciolto, sovente impostato su una zoccolatura. Al suo interno spesso ospita la cisterna per la raccolta dell'acqua piovana, necessaria alla sopravvivenza all'interno della torre. In alcuni casi, specialmente nelle torri minori, compaiono due setti disposti a croce che delimitano quattro settori, alcuni pieni, altri destinati a magazzino¹⁵. Questo sistema, oltre ad avere una valenza funzionale, conferisce alla torre una maggiore solidità e rigidezza dal punto di vista statico.

Il secondo livello ospita sempre la camera principale, destinata alla guarnigione, solo in rari casi suddivisa in più ambienti. Questa è dotata di un camino e provvista di un numero molto limitato di aperture, generalmente tre oltre all'ingresso. Solo nei casi in cui è documentata una rifunzionalizzazione è possibile rilevare un maggior numero di aperture. L'accesso avveniva dal boccaporto, sempre sopraelevato, generalmente posizionato a una quota di 5,5-6 metri, al quale si giungeva attraverso una scala retraibile.

13 Nel caso delle torri corse i rapporti proporzionali fra i due volumi, il tronco di cono basamentale e il cilindro superiore, sono più costanti. In termini di proporzioni si può evidenziare una suddivisione in due sottotipologie: le torri minori, in cui il rapporto risulta a favore dell'altezza, con una configurazione più snella e slanciata, e le torri maggiori, in cui altezza e diametro alla base si equivalgono tanto da determinare una configurazione più tozza e massiccia. L'argomento è stato affrontato al paragrafo 3.3.2 del presente lavoro.

14 Laddove sono presenti delle varianti, queste sono sempre frutto di trasformazioni successive dei manufatti.

15 Questa situazione è chiaramente leggibile in alcune torri del sud Sardegna, come la torre del Prezemolo a Cagliari, o la torre del Budello, a Teulada, nella quale i recenti lavori di restauro ad opera della Conservatoria delle coste hanno messo in luce la presenza di un possente setto trasversale al di sotto del solaio della camera principale.

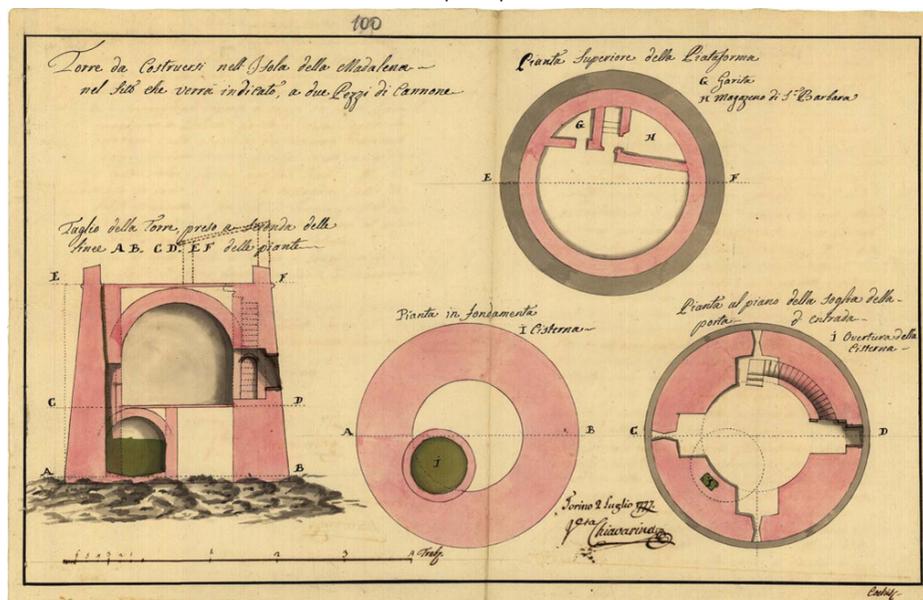


Fig.03. Rappresentazione del tipico assetto distributivo. Torre da costruirsi nell'Isola della Maddalena, in ASC, Tipi e profili, 191

I sistemi di copertura dell'ambiente principale sono eterogenei: troviamo delle volte a fungo, costolonate, semisferiche con pilastro centrale e, nei casi più frequenti, a calotta semplice, a tutto sesto o a sesto ribassato¹⁶.

Infine il terzo livello, terrazzato, ospitava la piazza d'armi nella quale era posizionata l'artiglieria. Vi si giungeva attraverso una scala ricavata all'interno dello spessore murario o, meno frequentemente e soprattutto nelle torri minori, quindi con mura di minor sezione, attraverso una botola localizzata in posizione zenitale, sulla volta. In rari casi la scala all'interno della muratura poteva avere forma elicoidale¹⁷, elemento tipicamente utilizzato nell'intervallo considerato lungo il litorale iberico¹⁸. Il parapetto era generalmente merlato, provvisto di troniere. In molti casi sono presenti delle caditoie, frequentemente al di sopra del boccaporto, o delle vere e proprie garitte di varia configurazione. Particolare la soluzione *a nido*, ancora perfettamente visibile nella torre di Porto Conte o di Tramariglio ad Alghero. Si tratta di piccoli volumi sporgenti sorretti da mensole, dotati di una piccola apertura e con copertura a calotta. Solo occasionalmente la torre culmina con un apparato a sporgere di tipo continuo, con beccatelli collocati a ritmo regolare su tutto il coronamento: è il caso di alcune torri del nord Sardegna come le torri dell'Asinara o la torre dell'Isola Rossa. Solo in epoca successiva venne aggiunto un nuovo volume, la *mezzaluna*, che fungeva da riparo per le guardie.

1.1.2. Cronotipologia delle tecniche costruttive murarie

Lungi dal voler tipizzare la realtà trascurando la pluralità di prassi costruttive che ha caratterizzato il sistema sardo, nell'analisi dei campioni murari si è scelto di registrare quegli elementi ricorrenti che consentissero di individuare i lineamenti di una tradizione, allo scopo di definire degli strumenti utili non sono ai fini cronotipologici, ma anche operativi per i futuri interventi di restauro. La significatività di tali parametri varia al variare della tipologia di magistero murario.

Come si è visto¹⁹, nella schedatura delle murature sono stati presi in considerazione dei parametri di carattere qualitativo-morfologico e dei parametri quantitativo-dimensionali. Questi ultimi, orientati alla descrizione degli elementi litici e dei giunti verticali e di allettamento, hanno prodotto dei risultati efficaci nella definizione delle murature in blocchi regolari (a filari), che però rappresentano degli episodi concentrati unicamente in una o specifica area geografica, quella di Chia Teulada, in cui però, come si chiarirà più avanti, si registra un frequente ricorso a materiale litico di reimpiego.

Infatti, fatta questa eccezione, nella maggior parte dei campioni analizzati, ci si trova in presenza di murature a cantieri realizzate con elementi di morfologia irregolare, eterogenei oltre che per forma anche per dimensioni. Il ricorso a materiali lapidei reperiti in loco, per ragioni di economicità nei tempi e nei costi di realizzazione, caratterizza particolarmente il sistema delle torri costiere, determinando una vivace eterogeneità materica che si traduce in una altrettanto eterogenea gamma di pezzature e forme. In questo caso, dunque, il dato dimensionale non assume la stessa significatività rilevabile

16 In alcuni casi il rilievo diretto ha messo in evidenza piccole varianti. In volte a cupola, apparentemente consuete, è stato evidenziato un cambio di curvatura come nel caso della torre di Ischia Ruggia nella costa occidentale dell'isola.

17 E' il caso delle torri di Tramariglio e Capo Galera nei pressi di Alghero e di Pittinurri, Sevo, Marceddi nell'oristanese. In M. RASSU, *Sentinelle del mare...*, op. cit., p. 35.

18 A. CAMARA MUÑOZ, *Las torres del litoral en el reinado de Felipe II: Una arquitectura para la defensa del territorio (I)*, in *Espacio, Tiempo y Forma*, 1990, vol. 3.; A. CAMARA MUÑOZ, *Las torres del litoral en el reinado de Felipe II: Una arquitectura para la defensa del territorio (y II)*, in *Espacio, Tiempo y Forma*, 1991, vol. 4.

19 La descrizione della struttura della scheda riferita ai campioni murari è stata descritta nel precedente capitolo, al paragrafo 2.2.

Capitolo 3

nel caso dell'adozione di murature in conci o in bozze. Infatti, forme e dimensioni degli elementi litici appaiono strettamente legate al livello di lavorabilità del materiale e discendono da prassi e consuetudini ereditate da fasi cronologiche precedenti, spesso difficilmente inquadrabili in un dato periodo storico²⁰.

Per contro, anche nelle murature c.d. 'irregolari', un parametro di grande interesse anche ai fini della loro datazione è rappresentato dallo spessore del *cantiere* (distanza tra gli allettamenti orizzontali). Tale tecnica deriva da una prassi di origine romana, l'*opus incertum*, e generalmente consiste nella disposizione di due o tre ricorsi di pietre rustiche²¹, di dimensioni più o meno irregolari, assemblate con sistemi diversi a seconda del periodo di realizzazione, genericamente riferibili a due modalità principali, talvolta anche compresenti: per fasce sovrapposte o 'ad incastro'. Tra i campioni analizzati, infatti, sono frequenti questi ultimi casi in cui, all'interno del singolo cantiere, le pietre sono disposte, cioè, senza ricorsi, avendo cura di riempire i vuoti tra gli elementi maggiori disposti alla base dell'orizzontamento con volumi diversi, di volta in volta, selezionati e, nel caso, anche adattati con pochi colpi di mazzuola, allo spazio a disposizione²². Sia gli spazi generatisi fra gli elementi lapidei maggiori che l'orizzontalità dell'allettamento superiore, in questi casi, quindi sono garantiti dall'uso di *zeppe*, minuti frammenti di materiale lapideo ottenuti dagli scarti della lavorazione (spaccatura) o di estrazione. Più raro risulta l'impiego, con la medesima funzione, dei ciottoli di fiume (materiale erratico superficiale). Il risultato è una muratura caratterizzata da allineamenti orizzontali periodici di spessore pressoché costante, sottolineati inoltre da una concentrazione, nella parte superiore del *cantiere*, di pietrame minuto di forma piatta detti *cunei*. I *cunei* sono disposti su un doppio letto di malta, con lo scopo di regolarizzare il piano di posa del modulo successivo e conferire quindi una maggiore stabilità alla struttura. Alcuni autori definiscono la tecnica a cantieri anche come corrispondente alle *giornate di lavoro*, in virtù della relazione vigente tra la confezione di simili apprestamenti e le

20 M. D'APRILE, *Murature angioino-aragonesi in Terra di Lavoro*, Napoli 2001.

21 «La pietra rustica individua l'elemento spaccato, messo in opera cioè direttamente dopo lo spacco con la mazza ed altri mezzi similari» in Ivi, p. 188.

22 M. D'APRILE, *Murature angioino-aragonesi in Terra di Lavoro*, op. cit.

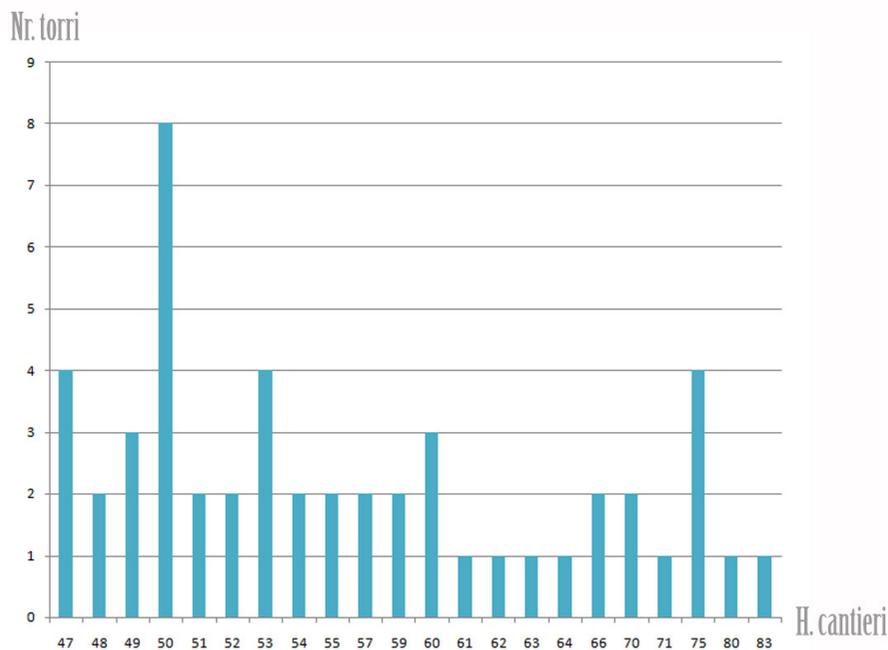


Fig. 04. Istogramma che rappresenta la distribuzione dei campioni analizzati rispetto al parametro "spessore cantiere".

fasi di approvvigionamento dei materiali e, soprattutto, alla tempistica del cantiere²³ o *bancate*²⁴. Questo ingegnoso apparecchio, che sfruttava al meglio le risorse lapidee disponibili in loco, rispondeva alle prioritarie esigenze di economicità e, come per ogni tecnica costruttiva storica, è strettamente relazionabile a influenze di natura culturale. Misure ricorrenti riferite allo spessore dei cantieri nei campioni analizzati confermano la significatività di questo parametro nella caratterizzazione cronotipologica dei paramenti. Ciò che qualifica diversamente le tessiture a cantieri è, oltre a quanto detto sull'apparecchio, l'assortimento delle pezzature, che può essere omogeneo o eterogeneo.

A questo proposito, è interessante notare che, come è tradizione ne complesso degli studi rivolti a questo settore, si è spesso rilevata una variazione nell'assortimento delle pezzature tale che i volumi generalmente maggiori sono situati nella porzione basamentale della torre, mentre le pezzature minori, per ovvie considerazioni, ricorrono prevalentemente nel volume superiore. Questa caratteristica è frequente non solo in quelle torri costituite dalla sovrapposizione di due volumi, ma anche in quelle costituite da un volume unico. Talvolta, si è registrata una variazione dello spessore dei *cantieri all'interno di una stessa tessitura* e, più raramente, l'impiego di un materiale lapideo differente. Per questa ragione la campionatura ha interessato, ove possibile, non solo la parte basamentale, ma anche il volume superiore.

Con particolare riferimento all'analisi delle murature a cantieri, hanno assunto un rilievo determinante parametri di tipo qualitativo, orientati alla descrizione di aspetti morfologici della tessitura muraria. Fra questi, per esempio, vi è il tipo di *ingranamento*, ossia la disposizione reciproca degli elementi lapidei e il grado di coesione fra gli stessi²⁵,

23 Troviamo una dettagliata descrizione di questa tecnica in C. GIANNATTASIO, *Les tours de défense côtière du sud de la Sardaigne. Techniques de construction et problématiques de conservation*, in L. BARIDON ET ALII (a cura di), *Actes du Deuxième Congrès Francophone d'Histoire de la Construction (CFHC)*, Lyon 29-31 gennaio 2014, 2014, pp. 979-992.

24 L. MARINO, C. PIETRAMELLARA, *Tecniche edili tradizionali: contributi per la conoscenza e la conservazione del patrimonio archeologico*, Firenze 1999.

25 D'APRILE, *Murature angioino-aragonesi...*, op. cit., p. 196.

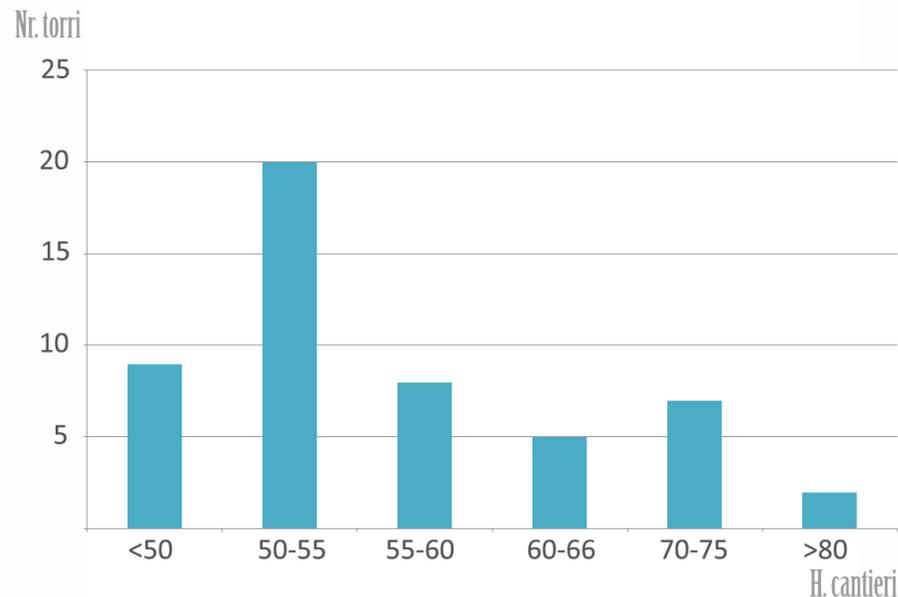


Fig. 05. Istogramma che rappresenta la distribuzione in classi dei campioni analizzati rispetto al parametro "spessore cantiere".

Capitolo 3

che può essere *serrato*, nel caso in cui gli spazi fra gli elementi lapidei siano ridotti e vi sia un'abbondante presenza di pietrame minuto, *zeppe* e *scaglie*, o *largo*, nel caso in cui gli spazi siano colmati con sola malta, in genere, di granulometria maggiore dei casi precedenti.

Anche la lavorazione degli elementi lapidei, pur essendo influenzata dal grado di lavorabilità del materiale, costituisce un elemento caratterizzante delle murature campionate. Se infatti sono presenti anche pietre lavorate, *conci*, ed elementi sommariamente regolarizzati, *bozze*, è certamente più diffuso, per le ragioni di economicità sopra enunciate, l'impiego di *pietre rustiche*, spesso appena regolarizzate solo sulla faccia a vista. L'impiego dei *conci* è limitato a un esiguo numero di casi circoscritto nell'indicato distretto di Chia-Teulada, probabilmente, solo dovuto all'uso di materiale di spoglio già squadrato, proveniente dai vicini siti archeologici. In questo caso la lavorazione superficiale non è chiaramente rilevabile a causa dell'elevato grado di erosione dei *conci*.

Un elemento di particolare interesse è rappresentato dalla composizione della sezione muraria. Tuttavia visto il discreto o anche il buono stato di conservazione di molti esemplari, è stato possibile acquisirne il rilievo solo per un esiguo numero di casi. Indipendentemente dal tipo di tessitura del paramento, in tutti i casi analizzati si è rilevata una manifattura di tipo *a sacco*. Gli spessori variano in un *range* molto ampio e sono fortemente relazionati alla funzione che la torre esercitava all'interno del sistema difensivo²⁶ e quindi alle dimensioni complessive, e in misura minore alle caratteristiche meccaniche del litotipo impiegato. Nelle torri *de armas* (di sbarramento), di dimensioni maggiori, si registrano spessori ragguardevoli (3-4 metri), mentre nelle torri di dimensioni minori, o *torrezillas*, (di avvistamento) si giunge a spessori minimi (1-1,5 m). Nella maggior parte dei casi, quindi, la sezione muraria si compone dei due paramenti, esterno e interno, realizzati in modo indipendente e con spessori pressoché coincidenti. Il nucleo è costituito da pietrame minuto e *scaglie*, probabilmente provenienti da scarti di lavorazione o di annegati in una abbondante quantità di malta a base di calce con inerti di grossa granulometria. Questo tipo di tecnica consentiva di ottenere spessori ragguardevoli in tempi più limitati²⁷.

Un'altra modalità di esecuzione delle sezioni murarie risulta altrettanto frequente: i due paramenti e il nucleo venivano realizzati costipandone lo spessore in corrispondenza degli allettamenti di paramento (cantieri). Tale tipologia di apparecchio differisce sostanzialmente dalla tipologia a sacco, relativamente all'ingranamento trasversale del muro e, dunque, alla sua stabilità. Nella rappresentazione in pianta le due tipologie di nucleo non presentano grandi differenze esecutive, ma in sezione se ne può apprezzare la migliore tenuta alle spinte della morfologia costipata²⁸. Piuttosto raro è il caso in cui i due paramenti risultano invece uniformemente ammorsati al corrispondente nucleo, attraverso l'inserimento di punta di elementi di eccezionale lunghezza che, visti gli spessori considerevoli dei muri rilevati, non coincidono mai con diaconi, ma piuttosto

26 Le fonti riferiscono di un'organizzazione gerarchica all'interno del sistema che presupponeva una maggiore o minore dotazione di artiglieria sulla base della funzione che la torre doveva assolvere. Le torri destinate alla difesa pesante, dette anche *gallardas* o *de armas* erano generalmente quelle con dimensioni maggiori, ubicate nei punti di maggiore interesse strategico e dotate di un numero maggiore di cannoni. Le torri minori, destinate al solo avvistamento, dette anche *torrezillas* avevano una dotazione di artiglieria più esigua e proteggevano tratti di costa di minor interesse. Il Montaldo riferisce un'ulteriore categoria, le torri *senzillas*, torri per la difesa 'leggera'.

27 C. GIANNATTASIO, *Les tours de défense côtière du sud de la Sardaigne. Techniques de construction et problématiques de conservation*, in L. BARIDON ET ALII (a cura di), *Actes du Deuxième Congrès Francophone d'Histoire de la Construction (CFHC)*, Lyon 29-31 gennaio 2014, 2014, pp. 982-983 e M. D'APRILE, *Murature angioino-aragonesi*, op. cit., p.197.

28 C. GIANNATTASIO, *Les tours de défense côtière du sud de la Sardaigne.*, op. cit., p. 982-983 e M. D'APRILE, *Murature angioino-aragonesi...*, op. cit., p. 197.

con morse. Nelle torri prese in esame non è frequente rilevare la presenza di *buche pontaiè*²⁹, mentre sono stati rilevati numerosi elementi lignei annegati nella muratura in posizione trasversale. Ciò ci induce a pensare che per la loro realizzazione sia stata adottata la tradizionale tipologia di ponteggio a fori trasversali passanti³⁰, i cui travicelli lignei, una volta terminata l'opera, venivano tagliati a filo della muratura.

La proposta di classificazione che segue tiene conto dei parametri poc'anzi delineati e della frequenza dei dati registrati, e suddivide i campioni analizzati in tre macrotipologie sulla base delle caratteristiche della tessitura e delle lavorazioni e morfologie prevalenti degli elementi lapidei (*conci, bozze, pietre rustiche*). Ciascuna categoria è stata poi, a sua volta, scomposta in funzione delle varianti registrate, riferite alla modalità di posa in opera e ad alcuni dati dimensionali particolarmente significativi, come lo spessore dei *cantieri*.

Tipo A | Muratura a cantieri di pietre rustiche

Il magistero *a cantieri* rappresenta indubbiamente la tipologia di apparecchio murario più diffusa fra i manufatti presi in esame. Questo apparecchio è stato, infatti, rilevato nell'89,7% dei casi, con alcune varianti che si riferiscono principalmente alla distanza fra gli allettamenti, alla presenza di disposizioni per fasce o ad incastro e alla omogeneità/eterogeneità delle volumetrie.

A1a Muratura a cantieri ad incastro di spessore 47-64 cm (1,8-2,4 palmi)

Negli spessori dei *cantieri*, pur abbracciando un *range* molto ampio, si registra una certa costanza, con un'unica significativa variazione limitata a due aree geografiche vicine, inquadrata nella tipologia A2. La maggior parte delle murature analizzate rientra all'interno di questo *range* (41 esemplari equivalenti a circa il 71%), con una particolare ricorrenza di *cantieri* di spessore pari a 50-55 cm (circa 2 *palmi*). L'allestimento è prevalentemente ad incastro, ovviamente, senza cura di sfalsare i giunti verticali su allettamenti contigui, i quali, dunque, appaiono spesso allineati. La tessitura mostra un *ingranamento serrato* dovuto all'inserimento di un numero elevato di *zeppe* e *scaglie* nei vuoti fra gli elementi maggiori. La dimensione delle *zeppe* e delle *scaglie* è molto variabile, mentre il litotipo è frequentemente il medesimo delle pietre maggiori. Ciò ci induce a pensare che si tratti di scarti delle procedure di estrazione o di lavorazione degli elementi più grandi. Infrequente l'uso di materiale erratico superficiale, riconoscibile dagli assetti sub-arrotondati dell'elemento lapideo, che si riscontra solo nei pochi casi in cui il fortilizio sorge in prossimità di un alveo fluviale, come nel caso delle torri di Foghe o di Su Loi. L'assortimento dimensionale degli elementi lapidei è, dunque, sovente eterogeneo, con una disposizione degli elementi maggiori in corrispondenza della base dei singoli cantieri. Gli Elementi di volume maggiore sono spesso disposti nel settore basamentale della torre, come nel caso della torre di Porto Giunco. Talvolta anche lo spessore dei cantieri nel settore basamentale assume valori lievemente maggiori, in coincidenza del ricorso alle pezzature più grandi. Le dimensioni più ricorrenti, anche all'interno di una singola struttura indagata, sono molto variabili e fortemente relazionate alle caratteristiche del litotipo. Si varia, infatti, in un *range* molto ampio, sia per quanto riguarda l'altezza (7-30 cm) che la larghezza (13-40 cm). Tali parametri pertanto non conducono, per le ragioni sopra esposte, a risultati cronotipologici significativi. Le *pietre rustiche* che costituiscono la muratura, ottenute mediante procedimento *a spacco* o, più raramente, in presenza di rocce sedimentarie con tracce evidenti dei piani di sedimentazione, mediante *sfaldatura* della roccia precedentemente spaccata a colpi di mazzuolo, sono regolarizzate al più solo sulla faccia a vista. L'allestimento a

29 Fori che alloggiavano i travicelli che costituivano le impalcature lignee removibili.

30 Per una approfondita descrizione di questa tipologia di ponteggio si veda M. D'APRILE, *Murature angioino-aragonesi...*, op. cit., p.181-183.

Capitolo 3

incastro è realizzato disponendo gli elementi, di volta in volta appositamente selezionati a piè d'opera, in ragione dei vuoti venutisi a creare fra gli elementi maggiori disposti in fascia alla base del cantiere, continuando anche in profondità, tra i due paramenti, con l'allestimento descritto e procedendo poi alla costipazione in corrispondenza del bordo superiore del singolo cantiere. Talvolta, si è osservato che gli elementi litici sono stati disposti in opera senza tener conto della loro stratificazione naturale, anche qualora questa sia particolarmente accentuata. Questo dato, particolarmente evidente nelle torri dell'isola dell'Asinara (tutte ascrivibili al 1610), realizzate in scisto, risulta di particolare interesse poiché denota una scarsa perizia, o competenza, delle maestranze. Solo all'apice superiore del cantiere troviamo spesso gli elementi minuti e piatti (zeppe) disposti al fine di regolarizzare l'orizzontalità dell'allettamento. Sovente, il bordo superiore del cantiere è sottolineato anche dalla presenza di un doppio strato di malta di allettamento, denotante con la successiva ripresa dei lavori. La dimensione dei giunti è, comprensibilmente, molto variabile e, tendenzialmente, piuttosto significativa. Questa tecnica si rileva in un arco cronologico molto ampio: la ritroviamo, infatti, in torri edificate dal 1548 al 1598.

A2a Muratura a cantieri ad incastro di spessore 66-85 cm (2,5-3,3 palmi).

Tale tipologia di partitura muraria è ben più rara di quella descritta pocanzi. Si è rilevata in 11 casi, pari a circa il 19% del totale dei campioni analizzati. Lo spessore dei cantieri in questo caso è nettamente maggiore rispetto alla tipologia A1, con valori che, pur variando in un ampio *range*, si concentrano sui valori più elevati dell'intervallo (75-80 cm pari a circa 3 *palmi*). Si registra una accentuata concentrazione del dato nella parte settentrionale dell'isola in due areali geografici contermini, l'areale Stintino Asinara e l'areale Gallura-Nord Sardegna, riferita a un numero relativamente esiguo di torri (18% dei casi rilevati). Anche in questo caso, come nel precedente, la distribuzione degli elementi lapidei, sempre *pietre rustiche*, è prevalentemente a incastro, con frequente allineamento dei giunti verticali su disposizioni contigue. L'assortimento dimensionale degli elementi litici all'interno del *cantiere* è eterogeneo, ma sono più frequenti pezzature grandi e medio-grandi (18-20 cm di altezza e 35-40 di larghezza). Anche in questo caso si adotta spesso il criterio di disporre gli elementi più grandi nella parte bassa del cantiere. In alcune torri, come nel caso della torre di Cala d'Arena, sull'isola dell'Asinara, alla base della fabbrica sono stati collocati degli elementi lapidei di dimensioni molto maggiori rispetto al resto della muratura e di materiale differente³¹. Rientrano in questa categoria anche i campioni riferiti a murature basamentali, laddove si rilevi uno spessore del *cantiere* maggiore rispetto al corpo della torre. Questa tecnica si riferisce a torri edificate in un arco cronologico limitato (perlopiù tra il 1595 e il 1625). Sono quindi fra le più tarde rispetto alle torri cui si riferiscono i campioni analizzati. Questo dato è stato ovviamente epurato non tenendo conto di quegli esemplari in cui lo spessore maggiore si è rilevato solo nella fascia basamentale.

A1-b e A2-b Muratura a cantieri con disposizione a fasce sub-orizzontali (spessore rispettivamente 47-64 e 66-85).

Solo in un numero molto limitato di esemplari (15 in totale) fra quelli appena descritti si può distinguere, all'interno della tecnica a *cantieri*, una disposizione nello spazio tra gli orizzontamenti degli elementi lapidei ordinata in 2 o 3 fasce sovrapposte sub-orizzontali. Di questi 15 casi 13 rientrano nella categoria A1b (cantieri 47-64) e solo due nella categoria A2b. Per questa ragione si è scelto di declinare ulteriormente tale categoria in funzione di questa variante. All'interno di ciascuna fascia l'assortimento dei volumi è pressoché omogeneo sebbene, anche in questo caso, si può notare la disposizione degli elementi più grandi alla base del cantiere. Il compito di regolarizzare il limite superiore del cantiere è sempre assegnato a *pietre da livello*, una concentrazione

³¹ Alla base della torre di Cala d'Arena compaiono, infatti, dei grossi elementi in granito, mentre il materiale prevalente è il micascisto.

di pietrame minuto, sovente di forma piatta. Si tratta generalmente di murature miste dal punto di vista della morfologia e della lavorazione degli elementi litici. Insieme alle pietre rustiche, sbazzate solo sulla faccia a vista, compaiono, infatti, anche alcuni elementi più regolari, le *bozze*, probabilmente di reimpiego. Anche qui l'ingranamento è generalmente serrato, con frequenti inserimenti di *zeppe* e *scaglie* del medesimo litotipo³² e con un ampio assortimento dimensionale. Dal punto di vista cronologico, fatta eccezione per la Torre Grande che rientra in tale categoria e fu edificata, secondo le fonti, nel 1542, questa tecnica si riferisce a una fase piuttosto tarda a cavallo tra la fine del XVI e i primi decenni del XVII (1595-1625).

Tipo B | Muratura a corsi sub-orizzontali

Tale tipologia di magistero murario è stata riscontrata esclusivamente in due casi appartenenti alla stessa area edificati a distanza di un decennio (1572-1580), trattandosi, comunque, di presenze limitate anche all'interno della stessa fabbrica. In entrambi i casi gli elementi lapidei sono sommariamente sbazzati su tutte le facce (*bozze*). Questa tipologia è ulteriormente declinabile in funzione della regolarità dello spessore dei corsi.

B1 Muratura a corsi sub-orizzontali in bozze e rare pietre rustiche

Nel caso in esame, riferito alla sola torre di Columbargia (1572), le *bozze* sono apparecchiate a corsi sub-orizzontali, di spessore pressoché regolare e compongono un paramento costituito da 7 corsi, del tutto diversi dal resto della muratura che caratterizza la torre (di tipologia A3) per caratteristiche materiche, cromatiche e per la morfologia degli elementi litici. In particolare, i rapporti stratigrafici che definiscono le due USM qui indicate rivelano un rapporto di contemporaneità. Gli elementi sono disposti perlopiù di fascia e si riscontra il locale ricorso a pietre rustiche di litotipo differente. Le *bozze*, anch'esse presenti, sono in basalto.

B2 Muratura a corsi sub-orizzontali alternati in bozze

Nell'unico caso rilevato, riferito alla torre Argentina (1580-1584), tale tipologia di magistero è presente solo nel volume basamentale. Gli elementi lapidei sono sbazzati e hanno dimensioni e forme alquanto omogenee e hanno volumi molto maggiori rispetto al corpo superiore della torre. I giunti sono molto spessi: 3,5 cm in media quelli verticali e 3 cm quelli orizzontali, caratterizzati dal ricorso a una malta di grossa granulometria. Anche in questo caso sono localmente presenti delle pietre rustiche sbazzate solo sulla faccia a vista e *zeppe* dello stesso litotipo.

Tipo C | Muratura a filari di bozze e conci

Il magistero murario isodomo e pseudo-isodomo rappresenta un'eccezione nel panorama delle tecniche costruttive rilevate.

C1 Muratura a filari alternati

Tale magistero è stato adottato nell'areale Chia-Teulada in un numero limitato di casi (4). È presumibile che la maggiore regolarità della tessitura sia dovuta all'uso di materiale di reimpiego, probabilmente reperito nei vicini siti archeologici di Bithia, Nora, nell'antico monastero bizantino di San Macario e nelle rovine di Porto Malfatano, uno dei più importanti approdi della Sardegna meridionale risalente all'età fenicio-punica. La muratura è a filari orizzontali di differente spessore (pseudo-isodoma), alternati a ritmo costante. I filari di spessore maggiore hanno generalmente un'altezza di 40 cm pari a 1,5

³² Più raro risulta invece l'impiego di *zeppe* di materiali diversi e l'inserimento di materiale erratico.

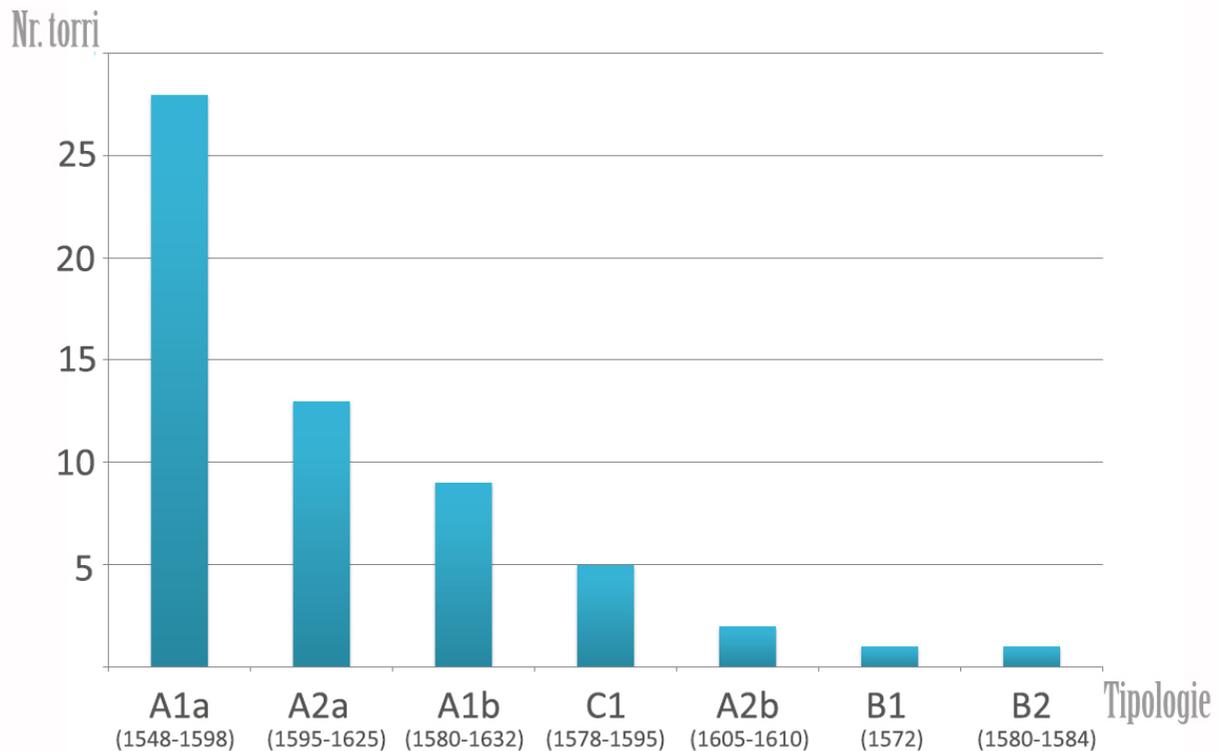
Capitolo 3

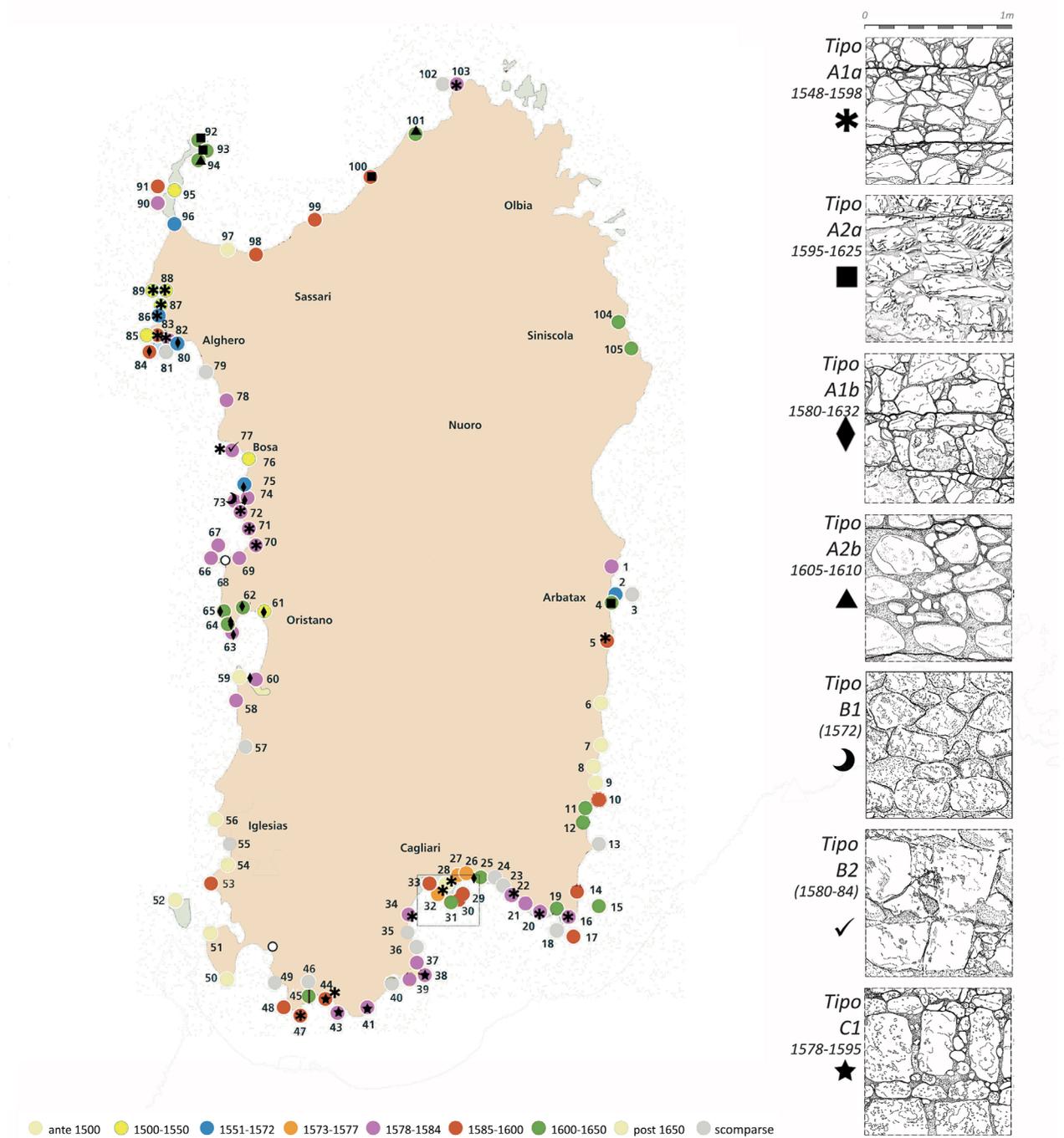
palmi(45cm-1,7 *palmi* solo nel caso della torre di San Macario), e gli elementi lapidei sono disposti prevalentemente di coltello. I filari minori hanno uno spessore che varia tra i 5 e i 12 cm (0,2-0,5 *palmi*) e gli elementi lapidei sono disposti perlopiù di fascia. Il modulo costruttivo, costituito dalla somma dei due filari, ha dimensioni intorno a 50-52 cm (2 *palmi*), corrispondenti all'incirca all'altezza dei *cantieri* presenti nella maggior parte delle murature analizzate. Questo confermerebbe che tale misura corrispondeva anche ad uno strumento di computo in opera, permettendo agevolmente la verifica delle giornate di lavoro. I conci hanno forma perlopiù parallelepipedica. I materiali, rocce vulcaniche, si presentano molto degradati, soggetti a fenomeni di alveolizzazione, erosione e polverizzazione. A causa dell'avanzato stato di degrado gli spigoli hanno probabilmente perduto la loro originaria regolarità e in alcuni casi appaiono subarrotondati. Ovviamente, anche la lavorazione superficiale non è più apprezzabile a causa dei processi erosivi. La larghezza dei conci è variabile, ma vi sono delle misure ricorrenti (intorno ai 20 e 40 cm). I giunti di allettamento appaiono sempre della giusta dimensione (1,5-2 cm), mentre quelli verticali sono piuttosto spessi e la malta presenta una granulometria anche grossolana. In alcuni casi la muratura regolare è limitata a una porzione della fabbrica, perché più esposta agli attacchi o più rappresentativa sul piano simbolico; nel caso della Torre di Malfatano, per esempio, la tessitura a filari è presente solo nella porzione basamentale.

Fig. 06. Istogramma che rappresenta la distribuzione dei campioni analizzati rispetto alle tipologie individuate.

Nella pagina seguente:

Fig. 07. Mappa della Sardegna con distribuzione delle tipologie analizzate relacionada alla datazione filologica delle strutture.





Capitolo 3

1.1.3. Parametri per la caratterizzazione materica delle murature

La definizione degli aspetti materici attraverso la campionatura ragionata degli elementi lapidei e la successiva analisi archeometrica forniscono un importante tassello nella conoscenza delle murature oggetto di studio, conducendo a importanti risultati, utili sia ai fini cronotipologici, che per una più consapevole definizione degli interventi di restauro.

L'analisi macroscopica riferita ai materiali lapidei naturali conferma il profondo legame che intercorre tra le torri e il territorio in cui queste sono inserite. Infatti, come già accennato, in ragione delle ristrettezze economiche e della necessità di ridurre i tempi di esecuzione, per l'edificazione del sistema difensivo costiero sardo si utilizzarono esclusivamente i materiali disponibili sul posto. Per l'ottenimento degli elementi lapidei vennero, infatti, sfruttati gli affioramenti rocciosi presenti nelle aree più prossime ai siti da fortificare, grossi trovanti³³ o materiali già cavati e lavorati qualora questi fossero disponibili nelle vicinanze³⁴. Per questa ragione, la grande varietà dei contesti litici che caratterizza la Sardegna, dovuta alla sua lunghissima e complessa storia geologica, si traduce, per le torri costiere, in un altrettanto variegato abaco dei materiali lapidei impiegati.

A grandi linee la distribuzione delle litologie sarde vede un basamento paleozoico, la cui formazione è correlata all'orogenesi ercinica responsabile del processo metamorfico e magmatico intrusivo, affiorare principalmente nella fascia orientale da nord a sud e subordinatamente nel settore sud occidentale e una copertura vulcanica e sedimentaria di età compresa tra il tardo Paleozoico e il Quaternario, presente soprattutto nel settore occidentale dell'Isola.

Dal punto di vista strettamente petrografico il granito è una roccia intrusiva acida a struttura granulare composta principalmente da feldspato potassico, plagioclasti e quarzo in proporzioni variabili, biotite e/o muscovite subordinate. In questa definizione rientrano i graniti della Sardegna, compresi nell'accezione più ampia di 'rocce granitoidi'³⁵ impiegata dagli addetti ai lavori per indicare l'insieme delle rocce ignee intrusive, a struttura granulare da acida a neutra, quali monzograniti rosa a struttura porfirica di Arzachena e Luogosanto, monzograniti porfirici di tempio Pausania-Calangianus e leucograniti bianchi a struttura equigranulare di Buddusò e Ala Dei Sardi. Nella zona occidentale dell'Isola sono presenti prevalentemente litologie riferibili a due cicli vulcanici, il primo a carattere calcoalcalino costituito con prodotti a chimismo da andesitico a riolitico (trachiti *auct.*)³⁶ affioranti in modo continuo nelle aree del Logudoro, Bosano e Marghine, e nella Sardegna sud occidentale dove gli affioramenti sono più discontinui e limitati. Sono prodotti di consistenza molto variabile quali lave, ignimbriti, piroclastiti variamente saldate, cupole di ristagno, facilmente lavorabili, con porosità variabile e caratteristiche cromatiche assai diverse e di intensità molto variabile: rosa, rosso, giallo, grigio, grigio scuro, verde, verde-azzurro. Il secondo ciclo, alcalino, costituito prevalentemente da basalti e subordinatamente da fonoliti e trachiti, è presente

33 S.M. GRILLO, *Notizie geologiche, petrografiche e storiche*, in U. SANNA, M. ACHENZA (a cura di), *Il manuale tematico della terra cruda, I manuali del recupero dei centri storici della Sardegna*, Roma 2009, pp. 6-9.

34 D.R.FIORINO, C. GIANNATTASIO, S.M. GRILLO, *Fortificazioni e cronologie. Protocolli conoscitivi per la conservazione* in D.R. FIORINO, M. PINTUS (a cura di), *Verso un atlante dei sistemi difensivi. Sardegna*, Napoli 2015, pp. 125-162.

35 S.M. GRILLO, *Notizie geologiche, petrografiche e storiche*, op. Cit. pp. 6-9.

36 «Dal punto di vista strettamente petrografico la trachite è il corrispondente vulcanico delle sieniti normali, rocce costituite da K-feldspato, subordinato plagioclasio oligo-andesinico e femici orneblenda verde e biotite. Il quarzo è generalmente assente. *Trachite auctorum* è invece il termine che in passato accomunava un'ampia varietà di vulcaniti, da acide a neutre (rioliti, riodaciti, daciti e andesiti), presenti nella Sardegna centrale e centro settentrionale» in S.M. GRILLO, *Notizie geologiche, petrografiche e storiche...*, op. cit., p. 20.

soprattutto nel Campidano (Monte Arci), nella catena del Marghine (plateaux di Ottana e Campeda) e nell'arco costiero del golfo di Orosei.

Le rocce carbonatiche, appartenenti a diversi periodi geologici, affiorano in diverse aree dell'isola. Nel Sulcis-Iglesiente sono presenti solo i calcari Paleozoici, quelli Mesozoici sono ampiamente distribuiti nell'Isola, mentre le formazioni carbonatiche riferibili all'era Terziaria si mostrano in affioramenti più frammentari e sono presenti nella Sardegna centro occidentale da Nord a Sud (sassarese, oristanese e cagliaritano). Seguendo la distribuzione delle litologie potremmo dividere le torri in areali ognuno dei quali si identifica con le differenti tipologie di rocce affioranti. Le torri ubicate nell'area orientale della Sardegna sono state realizzate prevalentemente con graniti e metamorfiti, quelle dell'area occidentale e sud occidentale con vulcaniti acide e basiche, mentre le torri realizzate con rocce sedimentarie, prevalentemente carbonatiche, sono presenti in aree geograficamente più ampie.

I granitoidi, caratterizzano, con le loro differenti caratteristiche mineralogiche, petrografiche e cromatiche, tanto l'areale Gallura-Nord Sardegna (monzograniti) quanto l'areale Ogliastra e l'areale Villasimius (granodioriti). La scarsa lavorabilità di queste rocce ha determinato un impiego prevalente di pietre rustiche di dimensioni grandi e medio-grandi. Non sono stati rilevati significativi fenomeni di degrado riferiti al materiale litico che, a dispetto delle difficili condizioni di esposizione, gode sempre di un ottimo stato di conservazione. Rioliti con colori variabili dal rosso al rosso bruno fino ai grigi e al verde, caratterizzano le torri dell'area di Bosa (Ischia Ruggia, Argentina, Columbargia); basalti con colori grigi bruni caratterizzano la torre di Foghe e compaiono, misti a calcari, in alcune delle torri dell'area di Oristano (San Giovanni di Sinis, Capo San Marco). La pezzatura degli elementi lapidei è, in questi casi, generalmente media e lo stato di conservazione complessivamente discreto.

Infine i calcari, provenienti dalle cave storiche presenti nei colli che circondano la città di Cagliari, sono stati usati per le torri di Mezza Spiaggia, Su Perdusemini, Poetto. Calcari marnosi e arenarie affioranti negli areali di Oristano e Alghero, sono stati utilizzati per realizzare, fra le altre, le già citate torri di Capo San Marco, San Giovanni di Sinis, del Buru, di Capo Galera etc. È interessante sottolineare come l'impiego delle rocce carbonatiche sia esteso anche a quegli esemplari la cui muratura è composta prevalentemente da altri litotipi, per la realizzazione di elementi plastici, quali stipiti, scale, mensole e beccatelli, nonché per la realizzazione delle volte di copertura. La maggiore lavorabilità del materiale, rispetto ai basalti e ai graniti, consentiva, infatti, una più facile regolarizzazione e sagomatura degli elementi lapidei utili alla realizzazione di elementi costruttivi e architettonici più 'sostanziosi'. Di contro, questo materiale presenta una più spiccata vulnerabilità al degrado trovandosi, infatti, in numerosi casi, in cattivo stato di conservazione.

L'analisi dei campioni di malta e di intonaco non evidenzia elementi che siano palesemente collocabili cronologicamente. Anche la composizione degli impasti, come atteso, risulta piuttosto influenzata dalle risorse materiche disponibili in loco. Ne consegue che le similitudini rilevate si riferiscono alle qualità autoctone dei diversi areali. Come già enunciato, sui campioni di malte e intonaci provenienti da campionature ragionate eseguite nei diversi siti indagati, è stata eseguita una caratterizzazione di dettaglio minero-petrografica, attraverso indagini diffrattometriche e in microscopia ottica in luce trasmessa e riflessa, al fine di definire la natura del legante e dell'aggregato, i rapporti tra le due fasi dell'impasto, la bontà dello stesso e i fenomeni di degrado.

Il legante, come rilevato dall'indagine diffrattometrica, è generalmente riferibile a una calce aerea, prodotta mediante la cottura di rocce carbonatiche (calci calciche e meno frequentemente calci magnesiache). L'analisi, in microscopia ottica su sezioni sottili ha evidenziato molto spesso la presenza di struttura micritica, talora debolmente ricristallizzata con neoformazione di microsparite, fratture da ritiro talora con bordi di

Capitolo 3

crystallizzazione centripeta, numerose presenze di incotti, bottaccioli.

L'aggregato è invece largamente influenzato dalla litologia del luogo e quindi, come per i lapidei naturali, si può trovare una correlazione diretta con la litologia del sito. Il materiale, infatti, era in genere prelevato direttamente dagli arenili prospicienti la torre, o dai fiumi (es. la Torre di Foghe il cui materiale proviene in gran parte del fiume Temo), oppure semplicemente da scarti di lavorazione. La natura mineralogica dei componenti è di natura prevalentemente silico-clastica, talora con frammenti carbonatici, di natura organica e non, se proveniente da arenili o da fiumi o torrenti che hanno queste caratteristiche composizionali. oppure composizione carbonatica, con eventuali percentuali di silicati, se le aree di provenienza hanno questi materiali. Solo in pochi casi, come per esempio nella torre di Cala d'Oliva, sull'isola dell'Asinara, si possono osservare aggiunte di cocchio pesto negli impasti. Talora si rilevano bordi di reazione che testimonierebbero deboli fenomeni idraulicizzanti.

La composizione mineralogica dell'aggregato ha un ruolo molto importante per determinare la qualità delle malte: a inerti di natura quarzoso-feldspatica corrispondono, in genere, malte di migliore qualità rispetto a quei composti in cui è stato utilizzato un inerte di natura carbonatica³⁷. Ad esempio le malte presentinelle torri di San Macario e Porto Giunco realizzate con un aggregato di natura carbonatica, prevalentemente bioclastico, con una subordinata presenza di quarzo mostrano poca coesione, ampie fratture, elevata porosità e quindi scarsa qualità. Al contrario torri come di Trabuccato, Isola Rossa, Bari sardo dove le malte sono state realizzate con sabbie a composizione silicoclastica si osservano pochi fenomeni di degrado con conseguente discrete condizioni della muratura. Tuttavia ciò non è sempre vero. Ritroviamo, infatti, anche malte con aggregati carbonatici di discreta qualità ruolo per la cui realizzazione la competenza delle maestranze ha avuto un ruolo fondamentale.

Dall'analisi in microscopia si osserva inoltre che i rapporti aggregato/legante sono molto variabili da campione a campione, gli impasti non sempre accurati. Anche la granulometria è sovente eterogenea quasi a testimoniare un utilizzo del materiale tal quale senza, in genere, alcuna vagliatura del campione. Infine anche la porosità appare molto variabile e le forme di degrado (poca coesione, fratture, porosità secondaria etc.) strettamente legate alla natura del materiale, ma anche alle tecniche usate dalle maestranze. Ciò ci induce a pensare che, a dispetto degli ammonimenti contenuti nei capitoli e nei contratti d'appalto, nel confezionamento delle malte sia stata spesso impiegata sabbia di mare senza alcun pretrattamento volto a eliminare i cloruri che rappresentano un significativo fattore di degrado³⁸. Tra i tanti esempi possiamo riportare quello della torre di Mezza Spiaggia in cui le caratteristiche morfoscopiche e morfometriche dell'aggregato sono in tutto simili a quelle della vicina spiaggia del Poetto, prima del ripascimento.

Infine la composizione degli intonaci appare spesso molto simile a quella delle malte interstiziali, con una significativa riduzione della granulometria solo in corrispondenza degli strati di finitura (*velo* o *intonachino*, anche *stabilitura* o *finitura*). Il *rinzafo*, che nelle fonti archivistiche viene spesso denominato *scagliamento*, si ritrova talvolta additivato con componenti idraulicizzanti come frammenti di laterizio (*cocchiopesto*). Un esempio di questa applicazione è il campione di intonaco prelevato nella torre di Cala d'Oliva sull'isola dell'Asinara, in cui troviamo malta di calce aerea con abbondante presenza di laterizio in *scaglie* di granulometria elevata. Dall'indagine al microscopio ottico si rileva una quantità di aggregato inferiore rispetto ad altri composti, mentre il legante, sempre di natura carbonatica, è micritico e in alcuni punti microspartito. Malte con *cocchiopesto* sono state sovente rinvenute anche in copertura alle torri, utilizzate per l'impermeabilizzazione della piazza d'armi e delle creste murarie (battuti e bauletti).

³⁷ Ivi, pp.186-187.

³⁸ Ibidem.

L'analisi dei campioni di malta e intonaco non evidenzia, dunque, elementi che siano palesemente riconducibili al dato cronologico; ne consegue pertanto che le similitudini rilevate possono essere più propriamente riferite a torri appartenenti al medesimo contesto geografico e litologico. Di particolare interesse si rivelano tuttavia, ai fini cronotipologici, i dati relativi alla qualità degli impasti per i quali si registrano significative variazioni tra gli esemplari studiati. La serie di parametri che ci permette di assegnare un giudizio qualitativo ai materiali lapidei artificiali, è, infatti, fortemente influenzata dalla modalità di esecuzione degli stessi e dalla perizia delle maestranze, generalmente sempre modeste, che furono impiegate per la costruzione.

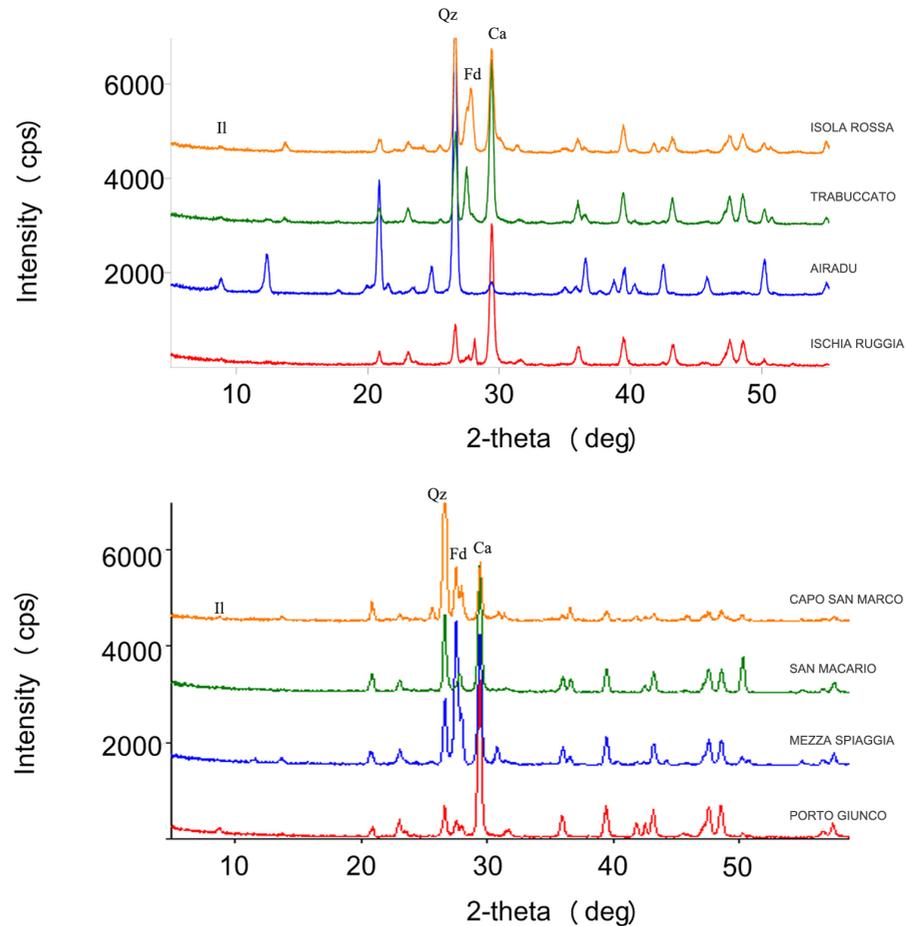
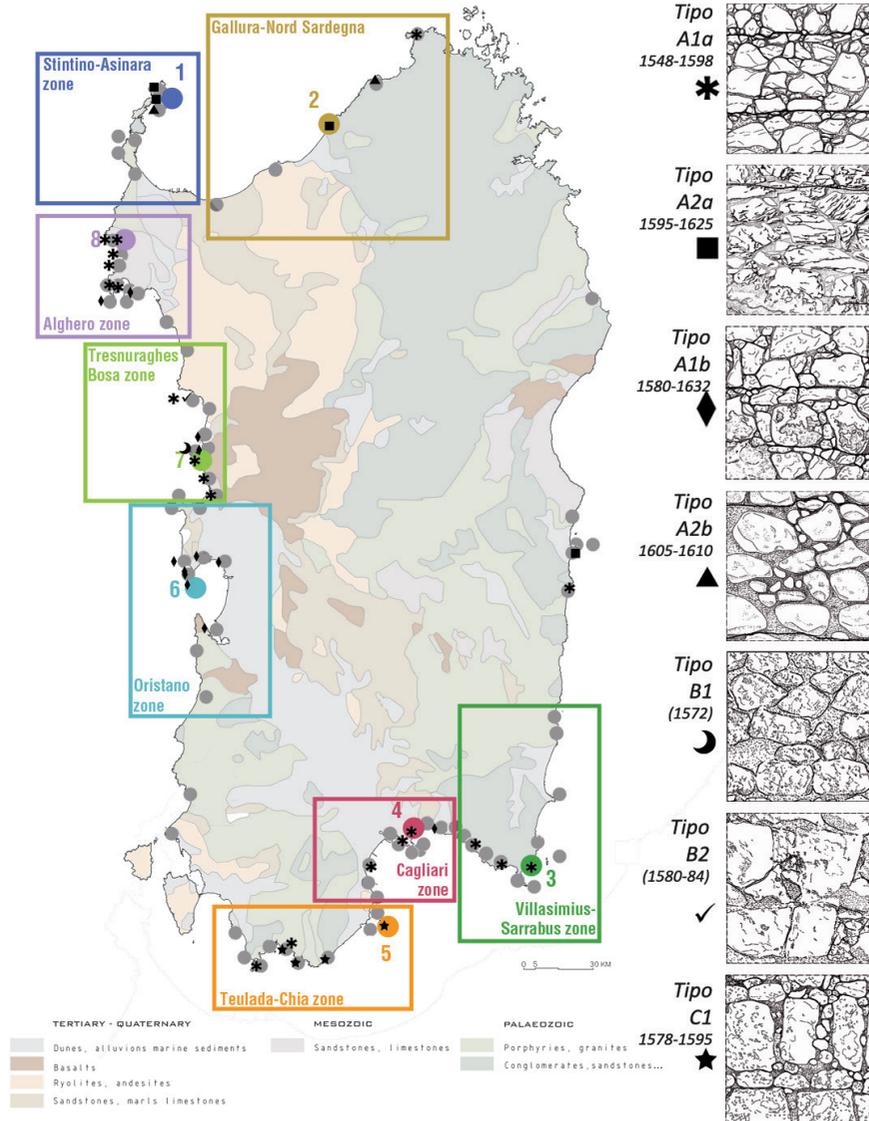


Fig. 08. Diffrattogrammi riferiti alle torri individuate come caso studio.

Nella pagina seguente:

Fig. 09. Mappa della Sardegna con distribuzione delle tipologie analizzate relacionada ai materiali prevalentemente utilizzati.

Capitolo 3



3.2. I casi studio

Torre di Porto Giunco

Note storiche

Costruita per volere della Reale Amministrazione tra il 1578 e il 1584³⁹, la torre di Porto Giunco fu concepita per vigilare sul piccolo approdo omonimo e sullo stagno di Notteri⁴⁰. Nelle fonti storiche viene citata anche come Torre di *Portujuncu*, di *Porto Ionco* o di *Porto Gionco*⁴¹. Concepita come torre di avvistamento, comunicava con le torri dell'Isola dei Cavoli, di San Luigi e Capo Boi⁴².

39 Questa è la datazione proposta in M. RASSU, *Sentinelle del Mare, le torri della difesa costiera della Sardegna*, Dolianova 2005, e deriva da una interpretazione dei dati archivistici reperiti dall'autore, mentre in F.FOIS, *Torri spagnole e forti piemontesi in Sardegna: contributo alla storia dell'architettura militare*, Cagliari 1981, si asserisce che la torre fu costruita nel 1592.

40 M.RASSU, *Sentinelle del Mare...*, op. cit., p. 105.

41 F. FOIS, *Torri spagnole e forti piemontesi della Sardegna*, op. cit., p. 66.

42 G. MONTALDO. *Le torri costiere della Sardegna*. Sassari 1992. .

Fig.10. Areale di Villasimius e localizzazione delle torri in esso incluse



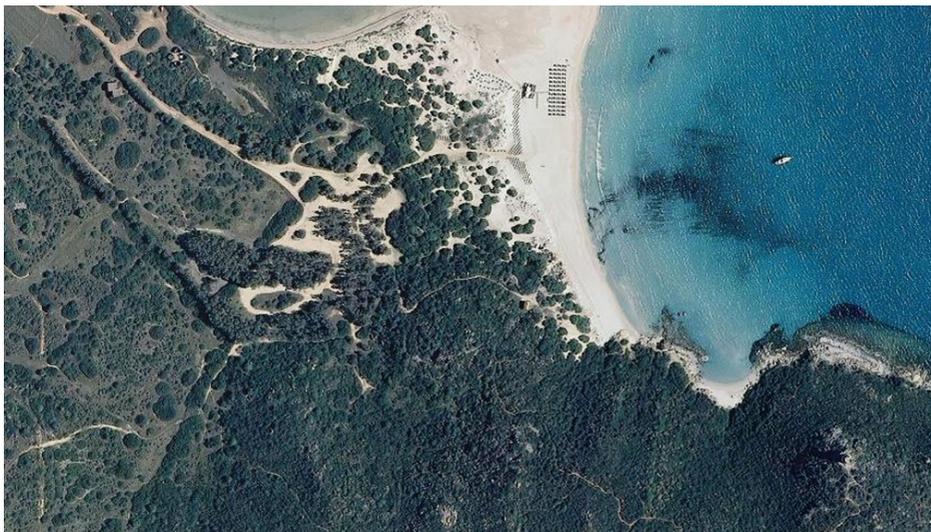


Fig. 11. La torre di Porto Giunco. Foto aerea, volo del 2006. In <http://www.sardegnageoportale.it/webgis2/sardegnafotoaeree/>

Sono segnalati gli interventi di restauro nel 1609 e nel 1616, mentre nel 1721 risultava abbandonata già da tempo e ormai in rovina. Restaurata e presidiata nuovamente dopo parecchi decenni, subì poi ulteriori interventi alla fine del Settecento e agli inizi dell'Ottocento⁴³ che non ne modificarono la configurazione originaria. Attaccata pesantemente dai Barbareschi nel 1812, fu poi definitivamente abbandonata⁴⁴ dopo lo scioglimento della Reale Amministrazione. Nel 2011 la Giunta Comunale di Villasimius approvò il progetto preliminare per il restauro del fortilizio, ad oggi, comunque non ancora attuato. La torre, censita solo al Catasto Terreni, appartiene ora al Demanio dello Stato, Ramo Telecomunicazioni⁴⁵. Non si è rilevata la presenza di alcun decreto di vincolo ai sensi del DM 42/04.

Caratteri architettonici e tipologici

La torre svetta sul promontorio di Capo Carbonara (areale di Villasimius) e domina l'omonima spiaggia. Al sito si accede attraverso un breve sentiero di media difficoltà, mentre il manufatto è accessibile in tutte le sue parti. Ciò ha consentito di effettuare un rilievo metrico integrale e un rilievo fotogrammetrico dei $\frac{3}{4}$ del perimetro esterno con tecnica *SfM*. La torre è stata inoltre oggetto di approfondimento in occasione dello svolgimento di una tesi di laurea⁴⁶.

La ricostruzione del modello tridimensionale derivato dal rilievo fotogrammetrico ha consentito di evidenziare una sottile discordanza rispetto alle precedenti classificazioni tipologiche ritrovate in bibliografia. La torre, infatti, appartiene a una sub-tipologia della torre troncoconica e può essere sintetizzata come la sovrapposizione di due tronchi di cono, in cui quello superiore presenta una svasatura meno accentuata (15 %) rispetto a quello inferiore (6%).

Di dimensioni medio-piccole, presenta un'altezza massima di circa 10 metri (3 *canne* e 2 *palmi*), in cui l'altezza dei due volumi risulta oggi pressoché coincidente. Il diametro,

43 M. RASSU, *Sentinelle del Mare...*, op. cit., p. 105.

44 Ibidem.

45 L'informazione è stata ricavata da un'indagine svolta presso l'Agenzia del Territorio e verificata attraverso il sistema informativo territoriale SIT2COM della Regione Sardegna.

46 C. VIRDIS, *La torre di Porto Giunco. Dalla scala del Paesaggio al progetto di restauro*, tesi di laurea, Università di Cagliari, luglio 2015.



Fig. 12. Ricostruzione del modello tridimensionale con indicazione dei cantieri (da completare) e rilievo stratigrafico della torre di Porto Giunco.

che alla base è di circa 9 metri (3 *canne*), si rastrema gradualmente, raggiungendo 7,20 m (2 *canne* e 3 *palmi*) alla quota di calpestio della camera principale e 6,60 m (circa 2 *canne*) alla quota della piazza d'armi. Il volume di base si imposta su una zoccolatura di altezza variabile. Il diametro superiore è pari a circa 2/3 dell'attuale altezza totale della torre.

Lo schema distributivo è quello consueto: il corpo basamentale probabilmente è in parte pieno e ospita una cisterna⁴⁷. L'accesso, collocato a una quota di circa 5 m e orientato a sud, introduce in un ambiente unico di diametro pari a circa 4,5 m, coperto da una calotta provvista di foro centrale e attraversata da una trave lignea posizionata alla quota di imposta. Questa poteva avere una finalità strutturale e/o poteva fungere da sostegno per un impalcato ligneo. Si riconosce la presenza di tre aperture, disposte a croce rispetto all'ingresso e sistemate in direzione dello stagno di Notteri, del mare e del sentiero che conduce a Cala Caterina. Alla *piazza d'armi*, ubicata come è tradizione in copertura, si accede attraverso una scala realizzata all'interno dello spessore murario.

⁴⁷ Il rilievo della torre non ha consentito di individuare il sistema di convogliamento e di raccolta delle acque meteoriche.

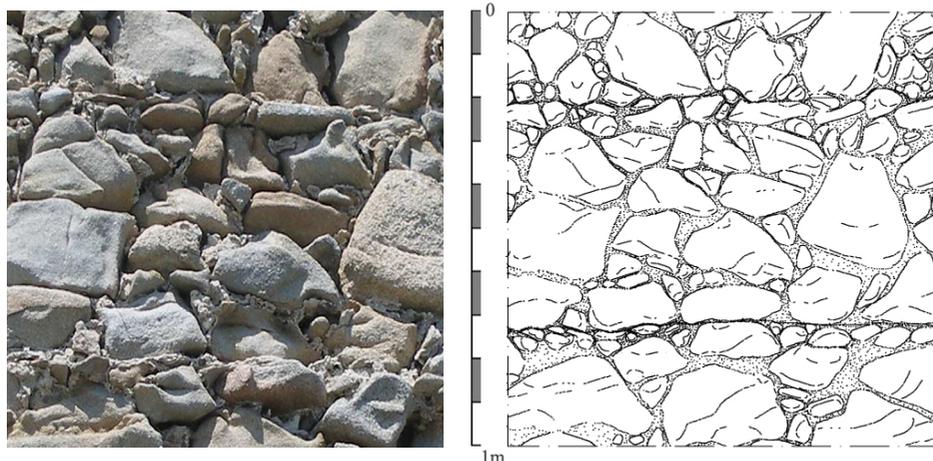


Fig. 13. Campione murario. Foto raddrizzamento e rilievo architettonico.

Tecniche costruttive murarie

L'analisi stratigrafica ha confermato quanto appreso dalle fonti. La torre, in un prolungato stato di abbandono, presenta una stratigrafia poco articolata. Gli unici interventi degni di nota riguardano i rivestimenti parietali esterni, in cui si distinguono almeno due unità stratigrafiche (USR 02 e 03) ascrivibili a due intonaci diversi, di cui quello più superficiale da riferire all'intervento settecentesco. Sono presenti numerose unità stratigrafiche negative non riferibili ad azioni antropiche. La muratura risulta omogenea e differisce, per ragioni costruttive, solo nella fascia basamentale, per cui si può affermare che sia integralmente ascrivibile alla fase di impianto (USM 01).

Grazie ad estese aree di distacco degli strati di rivestimento, in questa torre è chiaramente leggibile la tecnica a *cantieri* di tipologia A1. Questi sono segnalati da una concentrazione di pietrame minuto che va a regolarizzare il piano di posa per il modulo successivo. Lo spessore dei cantieri risulta pressoché costante e pari a circa 55 cm (poco più di 2 *palmi*) su tutto il corpo della torre, fatta eccezione per la porzione basamentale in cui lo spessore medio è nettamente maggiore (circa 71 cm). La partitura è costituita da materiale erratico e *pietre a spacco*, medio-grandi nella parte inferiore (15-25 cm in altezza e 15-40 cm in larghezza) e medie nel volume superiore (10-25 cm in altezza e 15-30 cm in larghezza). La pezzatura degli elementi lapidei può dirsi ben assortita e i vuoti fra le pietre più grosse sono riempiti con pietrame minuto, *zeppe* e *scaglie*, per cui l'ingranamento può definirsi *serrato*. Ciò conferisce una buona compattezza ai paramenti, riducendo la quantità di malta interstiziale necessaria. Non si rileva alcuna regolarità e costanza nella disposizione delle *zeppe* e la tessitura appare ad incastro. I giunti variano tra 1 e 2 cm.

Lo spessore, misurato alla quota del boccaporto, è di circa 1,3 metri. Nella sezione, di tipo 'a sacco', si distinguono due paramenti, uno interno e uno esterno, che racchiudono un nucleo costituito da malta e pietrame minuto. A causa delle ridotte possibilità di rilievo della sezione muraria, chiaramente visibile solo in prossimità di un crollo, non è stato possibile individuare la presenza di elementi passanti, ma i due paramenti appaiono indipendenti. Infine non si è rilevata la presenza di *buche pontai*.

I due paramenti sono protetti da un intonaco a base di calce ed esternamente, in corrispondenza delle lacune, si distingue un'articolata stratificazione, dovuta ai restauri storici che interessarono la torre e che spesso prevedevano l'integrazione degli strati di rivestimento.

Il materiale predominante è la granodiorite grigia, un ottimo granito grigio a grana

fine abbondantemente affiorante nelle aree prossime alla torre⁴⁸ e che costituisce la stessa roccia su cui essa sorge. Un'eccezione è rappresentata dal materiale utilizzato per gli elementi scolpiti, come le scale e le ornate delle aperture, costituito da blocchi di *pietra cantone*, di forma regolare e a pelle. Ritroviamo lo stesso materiale anche nell'apparecchio della volta di copertura, disposto prevalentemente di coltello e associato a ricorsi realizzati con elementi di granito in corrispondenza del piano di imposta. La maggiore complessità nella realizzazione delle volte giustifica l'impiego di un materiale più leggero e più lavorabile rispetto al granito, che consente di ottenere strutture più leggere e pezzature più minute, agevolando quindi la posa in opera. Come vedremo in seguito, questa soluzione verrà adottata in numerose torri del sistema costiero.

La malta campionata, prelevata nella parte basamentale, in corrispondenza di una profonda lacuna al di sotto del boccaporto, è di bassa qualità. Il composto si presenta non omogeneo, caratterizzato dalla presenza di numerosi incotti e con numerose microfessurazioni da ritiro. Le indagini XRD e in microscopia ottica hanno evidenziato un elevato rapporto legante/aggregato. L'aggregato, compatibile con la sabbia presente nella vicina spiaggia di Porto Giunco, è molto fine e non uniformemente distribuito. Ciò denota una scarsa perizia nella realizzazione dell'impasto, probabilmente dovuta alla limitata disponibilità di abili maestranze in questo settore, nonché alla cronica carenza di risorse materiali. Anche la necessità di ridotti tempi di realizzazione potrebbe aver agevolato la messa in opera di procedure di confezione delle malte approssimate e scadenti.

Stato di conservazione

In linea generale la torre si presenta in uno stato di conservazione precario, imputabile prevalentemente all'azione degli agenti atmosferici e alla prolungata mancanza di manutenzione. Tali fattori, uniti alla scarsa qualità delle malte, hanno innescato un lento processo di erosione degli strati di protezione e dei giunti di malta, evolvendo talvolta in locali fenomeni di dissesto. I dissesti interessano le zone prive degli strati di rivestimento e gli elementi costruttivi più vulnerabili, come le creste murarie del coronamento, le aperture, le canalizzazioni di raccolta delle acque meteoriche e il camino.

Laddove gli strati di protezione sono ancora aderenti al paramento, curiosamente concentrati nella porzione di fabbricato esposta verso il mare, questi appaiono discretamente conservati, e interessati da locali fenomeni di limitato degrado, quali polverizzazione, alveolizzazione, erosione superficiale, colonizzazione biologica e dilavamento. Nelle porzioni di paramento non più protette dagli intonaci, gli elementi lapidei in granito non sono interessati da significativi fenomeni di degrado. Al contrario, gli elementi in pietra cantone, litotipo più soggetti all'azione degli agenti patogeni, presentano fenomeni di alveolizzazione ed erosione e, in alcuni casi, si presentano distaccati dal supporto.

48 «La presenza di ottimo granito di color grigio a piccola grana nelle aree di Porto Giunco e Punta Molentis permise alla popolazione di avviare l'attività estrattiva con la costituzione della Cava Usai, dalla quale dalla seconda metà dell'Ottocento fino agli anni cinquanta fu estratto materiale utilizzato in molte opere pubbliche, tra cui anche la pavimentazione della via Roma a Cagliari, e Cava di Punta Molentis» in C. VIRDIS, op. cit..

Capitolo 3



Fig. 14. Confronto fra campioni murari relativi all'areale di Villasimius.

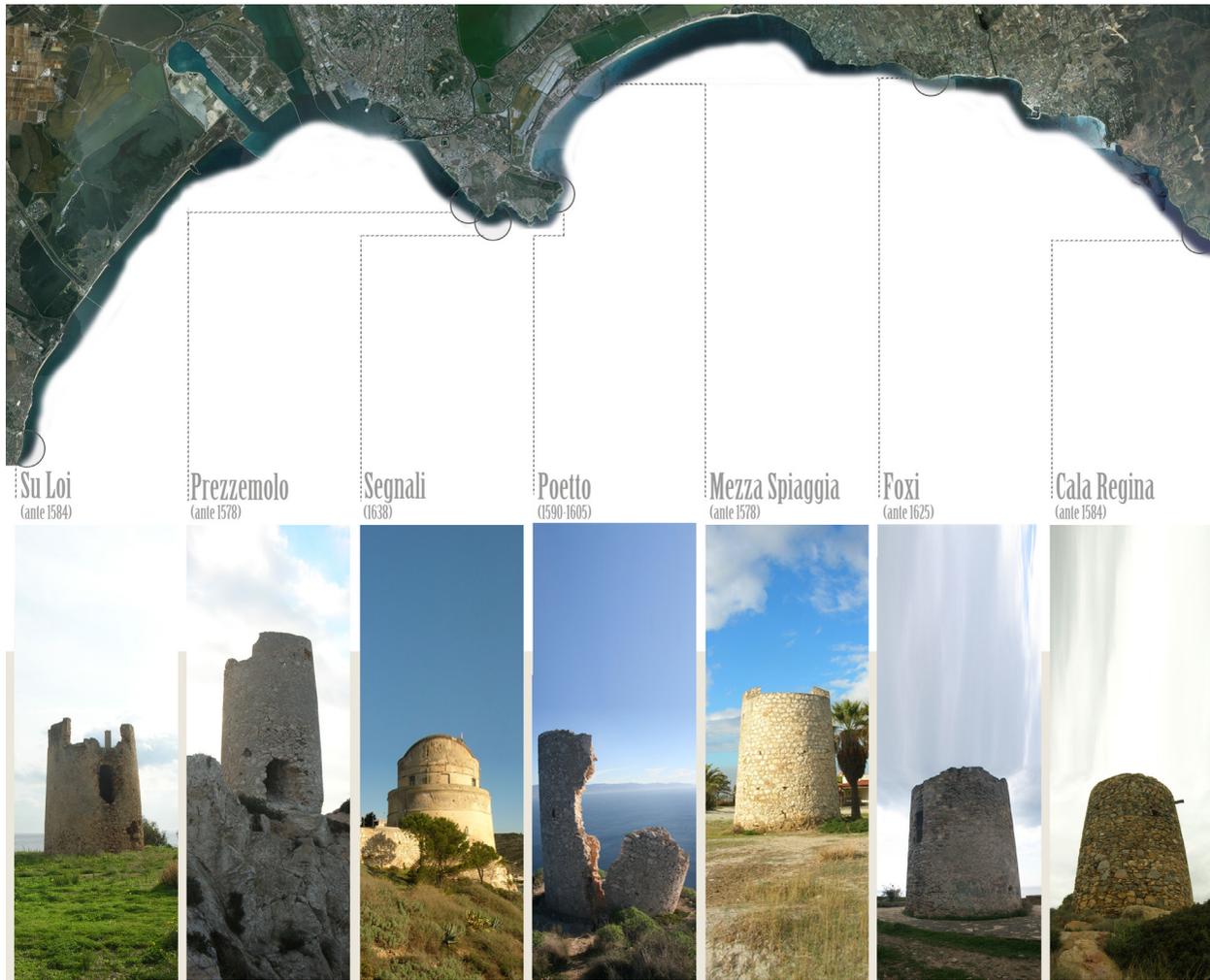


Fig. 15. Areale di Cagliari e localizzazione delle torri in esso incluse.

Note storiche

Edificata per volere delle popolazioni locali a protezione di uno dei canali di alimentazione delle saline di Molentargius, alla torre di Mezzaspiaggia non è stata possibile attribuire una datazione precisa. La sua presenza è però documentata già nel 1578. In quella data risultava esistente, a presidio della Marina di Quartu, da diverso tempo⁴⁹. Comunicava con le torri di Su Fenugu, Cala Regina, Foxi, Carcangiolas e Poetto⁵⁰. Nel XVIII secolo risultava presidiata. In occasione dello sbarco francese nel 1793, la facile conquista della torre da parte delle truppe rivoluzionarie ne dimostrò la vulnerabilità. Per questa ragione solo un anno dopo venne dismessa definitivamente e non fu più presidiata. Un pesante restauro ascrivibile al secondo dopoguerra ne ha profondamente alterato i

49 Trattasi di ricostruzione filologica i cui esiti sono pubblicati in M.RASSU, *Sentinelle del Mare...*, op. cit., p. 72.

50 G. MONTALDO, *Le torri costiere...*, op. cit.

Capitolo 3



Fig. 16. Stralcio della Veduta del Porto e Golfo di Cagliari, e Quarto, 1793, in ASC, Tipi e profili.

In basso:

Fig. 17. La torre di Mezza Spiaggia. Foto aerea, volo del 2006. In <http://www.sardegnafotoaeree.it/webgis2/sardegnafotoaeree/>.

caratteri originari: il boccaporto è stato tamponato, probabilmente per non consentire l'intrusione e limitare la possibilità di atti vandalici, e sono state reintegrate diverse lacune nella muratura, fortunatamente ancora leggibili grazie all'adozione di tessiture murarie differenti⁵¹. Attualmente la torre appartiene al Demanio dello Stato, Ramo Marina Mercantile⁵².

Caratteri architettonici e tipologici

Ubicata lungo la spiaggia del Poetto, vi si accederebbe facilmente, se non fosse che l'accesso alla struttura interna è impedito dalla presenza di una tamponatura nel boccaporto. Pertanto è stato possibile condurre solo il rilievo esterno, mentre i dati dimensionali relativi agli ambienti interni provengono esclusivamente da fonti bibliografiche.

Si tratta di una piccola torre troncoconica con svasatura media (circa 10%), destinata probabilmente al solo avvistamento, con un accenno di zoccolatura basamentale. Presenta un diametro di circa 6,50 m alla base (2 canne) e di circa 5,30 m in sommità (1 canna e 8 palmi). L'altezza media è di 8 m (2 canne e mezza). La proporzione altezza/diametro è a favore dell'altezza, e ciò conferisce alla torre un'apprezzabile snellezza.

51 M. RASSU, *Sentinelle del Mare...*, op. cit., p. 72.

52 L'informazione è stata ricavata da un'indagine svolta presso l'Agenzia del Territorio e verificata attraverso il sistema informativo territoriale SIT2COM della Regione Sardegna nonché grazie al prezioso supporto dell'Ufficio Demanio della Marina Mercantile, Sede di Cagliari.

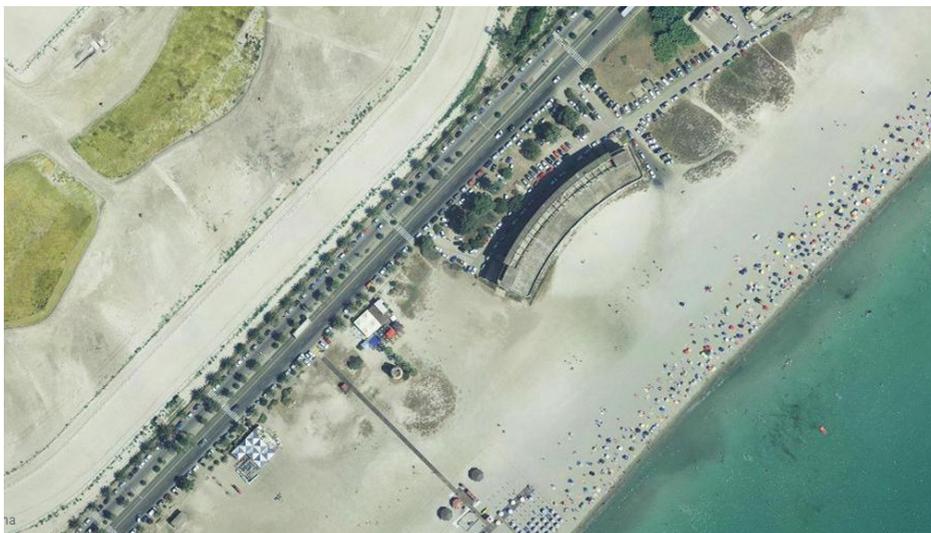




Fig. 18. Ricostruzione del modello tridimensionale con indicazione dei cantieri e rilievo stratigrafico della torre di Mezza Spiaggia

L'assetto distributivo è consueto. Dalle fonti bibliografiche esaminate⁵³ si apprende che l'ambiente principale, una camera unica di circa 13 mq impostata su un basamento pieno, è coperto da una calotta a sesto ribassato con un diametro di circa 4 m. Su questa è ubicata la botola che consentiva l'accesso alla piazza d'armi. Il boccaporto, orientato ad ovest a una quota di 4,15 m, è stato tamponato in anni recenti. Non sono presenti altre tracce di aperture oltre al boccaporto, fatta eccezione per delle piccole feritoie collocate nella parte alta, in corrispondenza visiva delle torri di Carcangiolas e del Poetto.

Tecniche costruttive murarie

Rispetto alle altre torri prese in esame, la torre di Mezzaspiaggia presenta una stratigrafia più articolata, soprattutto per quanto riguarda le USM. Infatti, la muratura rilevata si presenta disomogenea sia per dimensione degli elementi lapidei che per tessitura e sono presenti, in ampie porzioni, malte con caratteristiche differenti. Ciò è chiaramente dovuto alle consistenti reintegrazioni messe in opera in occasione degli interventi cui la torre è stata sottoposta.

Nelle porzioni di muratura ancora visibili attribuite alla fase di impianto è possibile distinguere l'impiego di elementi di minori dimensioni rispetto alle porzioni di muratura reintegrate⁵⁴. Si tratta di una partitura di tipologia A1, accuratamente realizzata e caratterizzata dall'impiego occasionale di elementi più regolari per forma e dimensioni, bozze, frammisti a elementi lapidei irregolari, di forma e dimensioni molto variabili

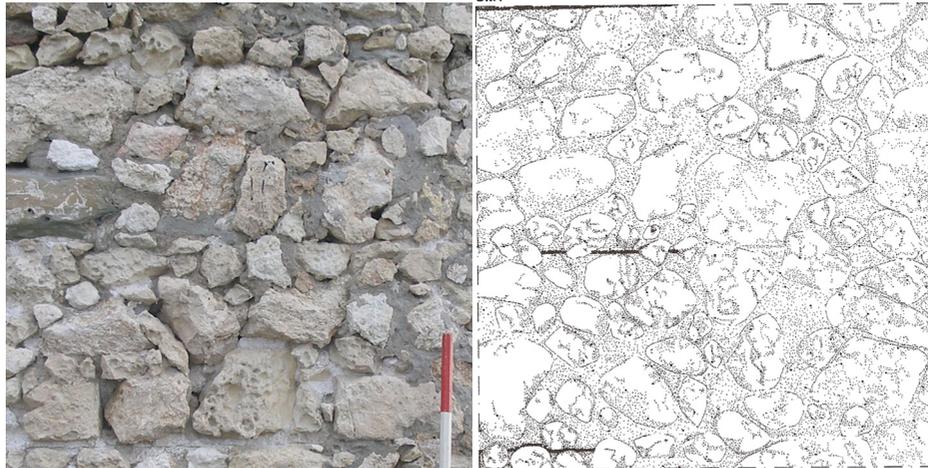
53 F. FOIS, *Torri spagnole e forti piemontesi della Sardegna...*, op. cit., p. 72; G. MONTALDO, *Le torri costiere...*, op. cit.; M. RASSU, *Sentinelle del Mare...*, op. cit., p. 72.

54 C. GIANNATTASIO, S.M. GRILLO, *Traditional masonry techniques and characterization of materials: the Mezzaspiaggia tower (Cagliari, Sardinia)*, in MAARTEN A.T.M. BROEKMAN (a cura di), *10th ICAM Proceedings - International Council for Applied Mineralogy* (Trondheim, Norway, 1-5 august 2011), Library of the Geological Survey of Norway, Trondheim 2011, pp. 245-253; C. GIANNATTASIO, S.M. GRILLO, *The Mezzaspiaggia tower (Cagliari-Italy): the dating of structures by the metrological-chronological analysis of masonry and the petro-geochemical stratigraphy of building materials*, in I. TURBANTI MEMMI (a cura di) *Proceedings of the 37th International Symposium on Archaeometry (Siena, May 12th-16 2008)*, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg 2011, pp. 489-494.

Fig. 19. Campione murario. Fotoraddrizzamento e rilievo architettonico.

Nella pagina seguente:

Fig. 20. Confronto fra campioni murari relativi all'areale di Cagliari.



(approssimativamente dai 9 ai 40 cm d'altezza e dagli 8 ai 45 cm di lunghezza), sbozzati solo sulla faccia a vista. È frequente anche l'impiego di pietrame minuto, probabilmente proveniente da scarti di lavorazione, utilizzato per colmare i vuoti tra gli elementi lapidei maggiori. Ciò conferisce alla muratura di paramento un buon ingranamento che appare complessivamente *serrato*.

La tessitura evidenzia un'organizzazione in *cantieri* di spessore pari a 62 cm (2,4 *palmi*) nella parte più bassa e 75 cm (2,8 *palmi*) nella parte sommitale, probabilmente ascrivibile a un'integrazione successiva. I giunti, sia orizzontali che verticali, variano tra 1 e 2 cm. Lo spessore è di circa 90 cm, ma per le ragioni sopra esposte non è stato possibile rilevare la sezione muraria per cui non si conoscono le caratteristiche dell'orditura.

Il materiale lapideo prevalente è la *pietra forte*, con inserzioni meno significative in *pietra cantone*, arenaria di Pirri e graniti. Si possono evidenziare due differenti tipi di intonaco, distinguibili anche per le loro caratteristiche cromatiche. L'intonaco storico è costituito da un legante a base di calce aerea, mentre l'intonaco recente è realizzato con una malta a base cementizia. La malta campionata, prelevata nella zona basamentale e alla sinistra del boccaporto, mostra un aggregato con composizione quarzoso-feldspatica e una limitata presenza di muscovite. La composizione, così come le caratteristiche morfologiche e granulometriche dell'aggregato appaiono molto simili alle sabbie della spiaggia del Poetto, vicino alla quale sorge la torre. Il legante, di colore chiaro, è di tipo ordinario (calce aerea).

Stato di conservazione

Lo stato di conservazione del manufatto è complessivamente buono, fatta eccezione per piccole lacune nella muratura e lievi forme di erosione delle malte, particolarmente accentuate nel settore nord-orientale. Gli intonaci, ove presenti, presentano consuete forme di degrado quali erosione, polverizzazione e forti alterazioni cromatiche nella parte di coronamento dovute al dilavamento.





Torre di San Macario

Note storiche

Commissionata dalla Reale Amministrazione, la torre di San Macario sorge sull'omonimo isolotto a protezione dell'antistante spiaggia di Nora e della foce del Rio di Pula, comodo approdo per il rifornimento di acqua e legna. Probabilmente realizzata con materiale di spoglio proveniente dal vicino monastero bizantino di San Macario i cui ruderi sono ancora visibili nell'isola, lo storico Giorgio Aleo⁵⁵ data l'inizio della costruzione al 1580, già terminata nel 1595⁵⁶. Fu menzionata nei documenti storici anche come *torre dell'Isola*⁵⁷. Comunicava con la torre di Coltellazzo di Pula e la torre del Diavolo a

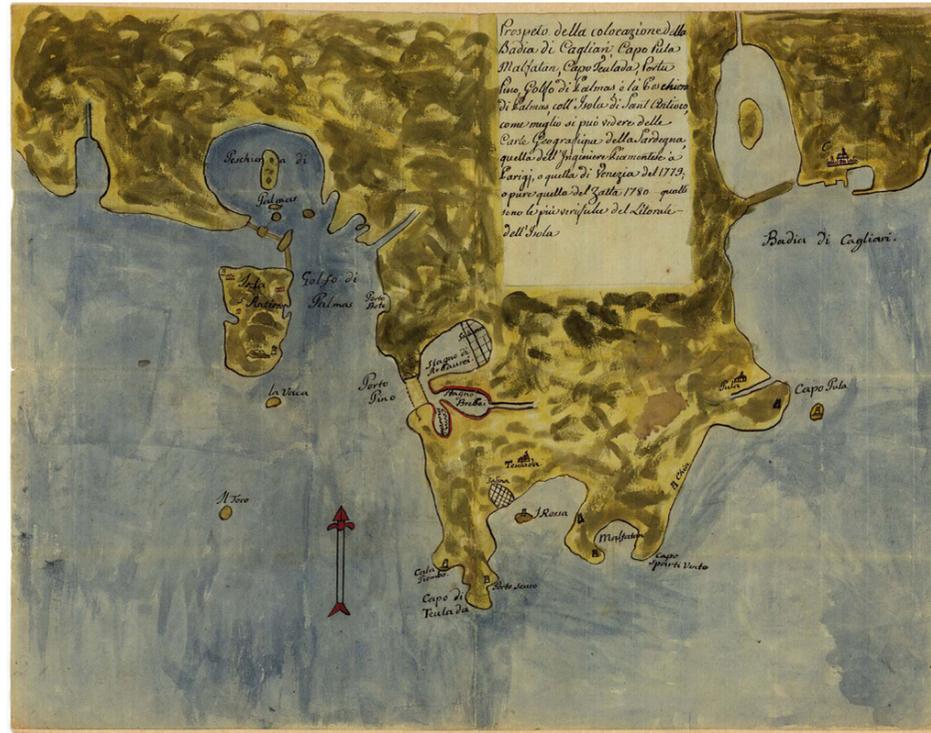
55 G. ALEO, *Successos generales de la Isla y regno de Sardeña proseguendo desde el ano de mille hasta el de 1325*, I-II, Cagliari, 1680.

56 M. RASSU, *Sentinelle del Mare...*, op. cit., p. 87. In F. FOIS, *Torri spagnole e forti piemontesi della Sardegna*, op. cit., p.18, la datazione proposta per la costruzione della torre è il 1595.

57 F. FOIS, *Torri spagnole e forti piemontesi della Sardegna...*, op. cit., p.18.

Fig. 21. Aree di Chia e localizzazione delle torri in esso incluse.

Fig. 22. L'area di Chia rappresentata in "Prospeto della colocazione della Badia di Cagliari, Capo Pula Malfatan, Capo Teulada, Portu Pino, Golfo di Palmas, 'e la' Peschiera di Palmas, coll' Isola di Sant'Antioco, come meglio si può vedere delle Carte Geografique della Sardegna, quella dell'Inginiere Piemontese à Parigi, o quella di Venezia del 1779, o pure quella del Zatta 1780 qualli sono le più verifiche del Litorale dell' Isola", ASC, Tipi e Profili, TP 183.



Sarroch e, nelle giornate limpide, si potevano vedere tutte le torri del golfo di Cagliari⁵⁸.

Per la sua importanza strategica, nel corso dei secoli fu sottoposta a numerosi restauri. I primi sono segnalati nel 1605 e nel 1615. Nella prima metà del XVII secolo fu danneggiata da un incendio. Fu nuovamente restaurata anche nel 1784-5 e infine nel 1817, per essere poi definitivamente dismessa e abbandonata nel 1843⁵⁹, contestualmente alla soppressione della Reale Amministrazione. La torre è attualmente posseduta dalla Regione Autonoma della Sardegna⁶⁰ e non si hanno notizie di restauri recenti o in previsione. Non è stata rilevata la presenza di alcun decreto di vincolo ai sensi del DM 42/04.

Caratteri architettonici e tipologici

L'accessibilità al sito è resa particolarmente difficoltosa dall'assenza di collegamenti con l'isolotto e dalla mancanza di un agevole approdo. L'accesso all'interno della torre non è consentito poiché la scala a pioli in legno non è attualmente agibile. Per lo sviluppo del presente studio l'isola è stata raggiunta con un'imbarcazione privata, e ciò ha limitato il trasporto di tutta la strumentazione di rilievo. I rilevamenti pertanto si sono limitati all'esterno della torre.

Il fortilizio ha una classica forma troncoconica con svasatura media (8 %) ed è provvisto di zoccolatura basamentale. Di dimensioni medie, presenta un diametro alla base di circa 11,30 m (3,5 canne) e in sommità di 9,10 m (quasi 3 canne). L'altezza media

58 G. MONTALDO, *Le torri costiere...*, op. cit..

59 Trattasi di esiti di ricostruzione filologica, in M.RASSU, *Sentinelle del Mare...*, op. cit., p. 87.

60 L'informazione è stata ricavata da un'indagine svolta presso l'Agenzia del Territorio e verificata attraverso il sistema informativo territoriale SITCOM della Regione Sardegna.

Capitolo 3

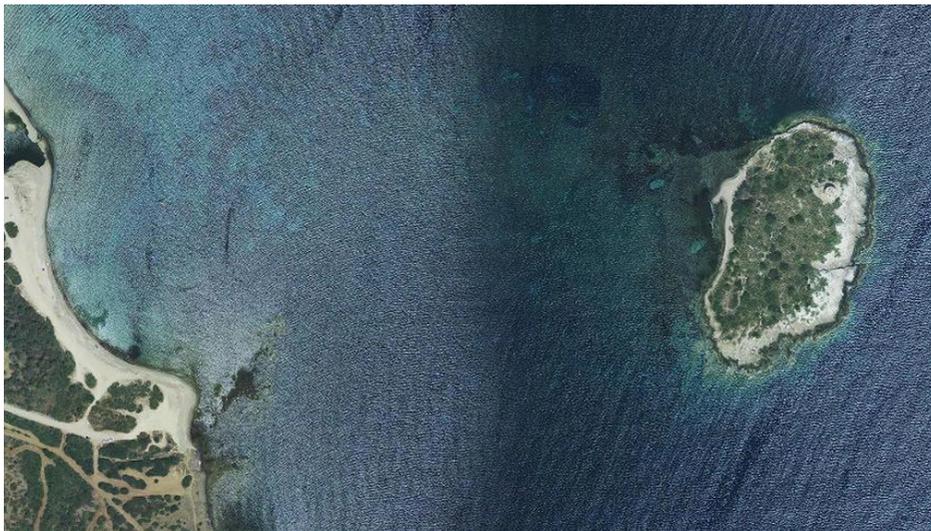


Fig. 23. La torre di San Macario. Foto aerea, volo del 2006. In <http://www.sardegnaeoportale.it/webgis2/sardegnafotoaeree/>.

In basso:

Fig. 24. Ricostruzione del modello tridimensionale con indicazione dei cantieri e rilievo stratigrafico della torre di San Macario.

è di circa 11,30 m, pari al diametro di base. A causa delle difficoltà di accesso alla torre, le informazioni relative all'assetto distributivo derivano esclusivamente da fonti bibliografiche. Lo schema è comunque consueto, organizzato in 3 livelli di cui il primo pieno, il secondo occupato dalla camera principale voltata a cupola a tutto sesto e il terzo, la terrazza o piazza d'armi, collegato mediante una scala realizzata nello spessore murario⁶¹. L'ingresso, orientato a sud-ovest, sul lato a monte, ad una quota di 5,40 m, costituisce l'unica apertura attualmente presente.

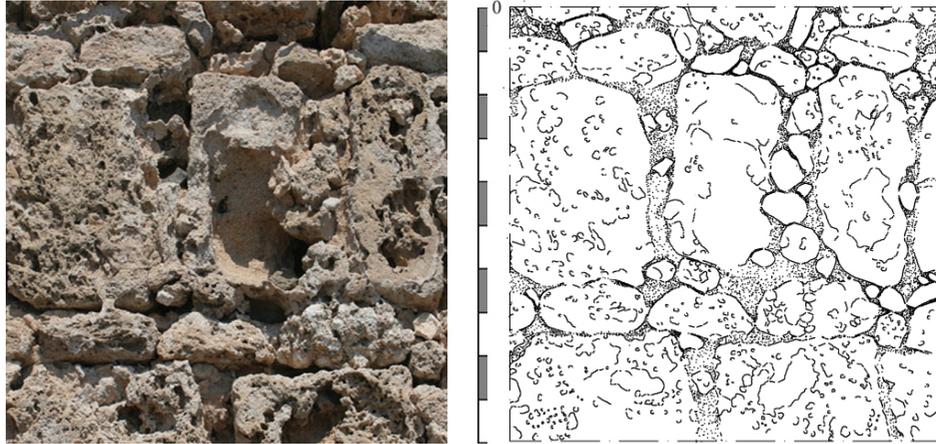
Tecniche costruttive murarie

Pur interessata da numerosi interventi di restauro nel corso dei secoli, la torre non presenta

61 G. MONTALDO, *Le torri costiere...*, op. cit.; M.RASSU, *Sentinelle del Mare...*, op. cit., p. 87.



Fig. 25. Campione murario. Fotoraddrizzamento e rilievo architettonico.



una stratigrafia particolarmente articolata. Le trasformazioni documentate e rilevate hanno riguardato, infatti, prevalentemente gli strati di rivestimento. Si distinguono almeno due USR, di cui quella più superficiale ascrivibile a un intervento, datato 1773, a firma dell'ing. Daristo, in cui era previsto l'intero rifacimento dell'«arriciatura» su tutta la superficie muraria esterna⁶². Si riconosce un'unica USM poiché la muratura presenta caratteristiche omogenee su tutto il corpo della torre.

La muratura della torre di San Macario rappresenta un esempio significativo delle tecniche murarie frequentemente adottate nell'areale Chia-Teulada, caratterizzate da una maggiore regolarità nella tessitura dovuta all'uso di materiale di spoglio (tipologia C1). La torre presenta infatti una muratura a corsi regolari costituita da conci lavorati, sub quadrati, probabilmente provenienti dalle vicine rovine dell'antico monastero bizantino. Qui filari di altezza pari a circa 45 cm (1,7 *palmi*) si alternano con ritmo costante a filari di 12 cm (mezzo *palm*o). I conci di dimensioni maggiori hanno larghezza variabile (20 o 40 cm). I giunti orizzontali sono molto sottili (1,5-2 cm), mentre quelli verticali sono molto spessi e riempiti con pietrame minuto. A causa dell'avanzato stato di degrado gli spigoli hanno probabilmente perduto la loro originaria regolarità, probabilmente già prima della posa in opera nella torre in oggetto, e la lavorazione superficiale non è apprezzabile. Poiché lo stato di conservazione della torre è complessivamente discreto, non è stato possibile acquisire informazioni sulla sezione muraria.

Il materiale lapideo utilizzato è una lava andesitica molto friabile di colore chiaro. Sono presenti anche numerosi laterizi, utilizzati però esclusivamente per la realizzazione di caditoie, probabilmente ascrivibili alla fase sabauda. La malta interstiziale, campionata al di sotto del boccaporto, è di scarsa qualità, caratterizzata da un aggregato di natura carbonatica, prevalentemente bioclastico, con una subordinata presenza di quarzite. Il legante è microspartico, fortemente ricristallizzato. Gli intonaci, ben conservati soprattutto sul lato a nord, sono stati sottoposti ad un'analisi macroscopica. Si riconoscono almeno due strati: uno più superficiale, simile a marmorino, di spessore pari a 0,5 cm, che presenta inerti molto fini e ha colore giallastro e consistenza molto compatta, e uno inferiore, dello spessore di circa 1 cm, con inerti più grossolani e consistenza più friabile.

Stato di conservazione

Tenuto conto dello stato di abbandono in cui versa da tempo, la torre si trova in uno stato di conservazione complessivamente discreto. Non sono presenti significativi fenomeni

⁶² «Trab. 7.3.6 Superfl. l'arriciatura con scagliamento di pietre in calcina da farsi esteriormente alle muraglie della torre sudetta per cadauno L.». Il documento si riferisce inoltre a opere di manutenzione minori quali la sostituzione di alcuni infissi, il rifacimento della pavimentazione interna, la risistemazione delle garitte in laterizio. In ASC, Reale Amministrazione delle Torri, n.30.

Capitolo 3

di dissesto, tranne alcune ridotte lesioni sul lato mare, in corrispondenza dei punti in cui gli intonaci sono scomparsi e i giunti appaiono fortemente erosi. Qui anche gli elementi lapidei appaiono fortemente degradati e si notano consistenti fenomeni di erosione e alveolizzazione. Alcuni crolli di entità non trascurabile hanno interessato il coronamento e le caditoie in laterizio. Gli intonaci ancora aderenti al supporto, concentrati sul lato a nord, sono complessivamente ben conservati e presentano consistenti fenomeni di colonizzazione biologica e dilavamento.

Nella pagina seguente:

Fig. 26. Confronto fra campioni murari relativi all'areale di Chia.

Chia (post 1578)



San Macario (1580-95)



Capo Malfatano (1593)



Pixini (ante 1595)



Porto Scudo (1598)



Budello (1601-1603)



Capitolo 3

Torre di Capo San Marco

Note storiche

Costruita nella porzione meridionale della penisola del Sinis per volere di una committenza privata, la torre di Capo San Marco fu edificata a guardia dell'antico approdo di San Marco, già porto militare in epoca medievale. La sua costruzione fu prospettata dal De Moncada nel 1578, ma fu edificata solo intorno al 1584⁶³. Fu menzionata dalle fonti storiche anche come *Torre de Cabo San Marcos* e *Torre Vecchia di San Marco*⁶⁴. Era una piccola torre di avvistamento o *torrezilla* e comunicava con le torri di Capo Frasca, San Giovanni di Sinis, con la torre Vecchia di Marceddi e la Torre Grande di Oristano⁶⁵. Ebbe vita breve. Infatti, benché nel 1602 il mercante cagliaritano Pietro Porta avesse realizzato a proprie spese una tonnara presso il Capo San Marco, la torretta venne abbandonata poiché ritenuta superflua a causa della presenza della vicina torre di San Giovanni di Sinis. Nel 1720 era già in rovina, ma non fu mai restaurata⁶⁶. Attualmente la torre risulta

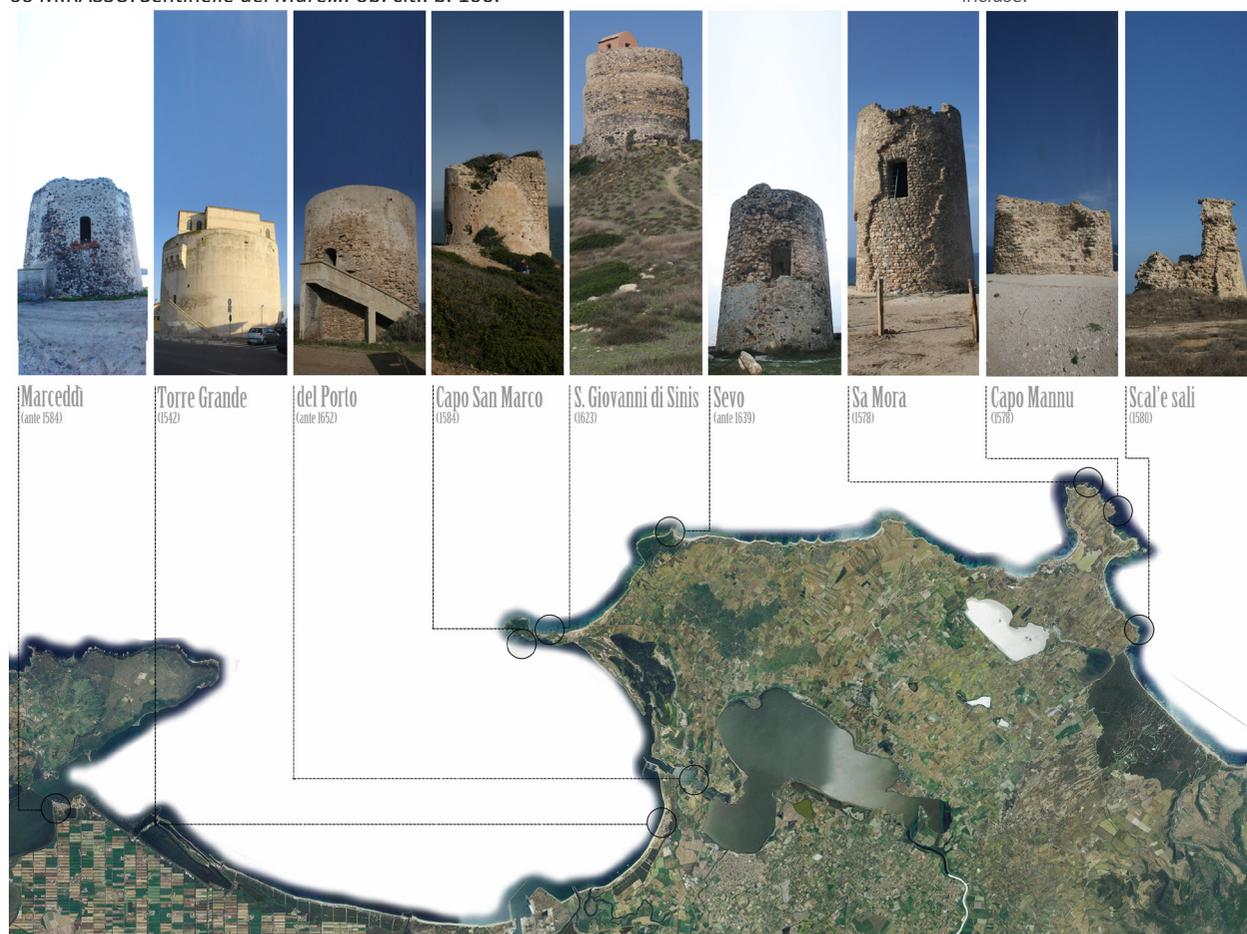
63 M.RASSU, *Sentinelle del Mare...*, op. cit., p. 100.

64 F. FOIS, *Torri spagnole e forti piemontesi della Sardegna...*, op. cit., p.33.

65 G. MONTALDO, *Le torri costiere...*, op. cit.

66 M.RASSU, *Sentinelle del Mare...* op. cit.. p. 100.

Fig. 27. Areele di Oristano e localizzazione delle torri in esso incluse.



di proprietà del Comune di Cabras⁶⁷. Non si segnalano interventi recenti né previsti per il prossimo futuro.

Caratteri architettonici e tipologici

Al sito si accede attraverso un sentiero che costeggia gli scavi archeologici della città punico-romana di Tharros, mentre l'accesso alla torre non è consentito poiché la parte superiore è interamente crollata. È stato pertanto possibile condurre un dettagliato rilievo dell'esterno della torre ed effettuare la ricostruzione tridimensionale di circa i $\frac{3}{4}$ della superficie.

Si tratta di una torre di modeste dimensioni e forma troncoconica con svasatura molto lieve, dotata di zoccolatura basamentale solo sul lato mare. Il volume residuo ha un'altezza media di circa 6,5 m e un diametro di circa 7,70 m (2 *canne* e mezza) alla base e 7,30 (2,3 *canne*) alla quota più elevata che corrisponde grossomodo alla quota della camera principale. A causa del grado di ruderizzazione non si conosce l'altezza totale della torre e non è pertanto possibile avanzare delle ipotesi sulle relazioni proporzionali.

L'ingresso, probabilmente localizzato a sud-ovest, è ubicato a una quota di circa 4,50 m rispetto al piano di campagna, segnalato dalla presenza di un'ampia zona di crollo. Tutto il volume superiore della torre è crollato, per cui non si possiedono informazioni sugli ambienti interni, il sistema di copertura, la piazza d'armi e il sistema distributivo e connettivo.

⁶⁷ L'informazione è stata ricavata da un'indagine svolta presso l'Agenzia del Territorio e verificata attraverso il sistema informativo territoriale SIT2COM della Regione Sardegna.

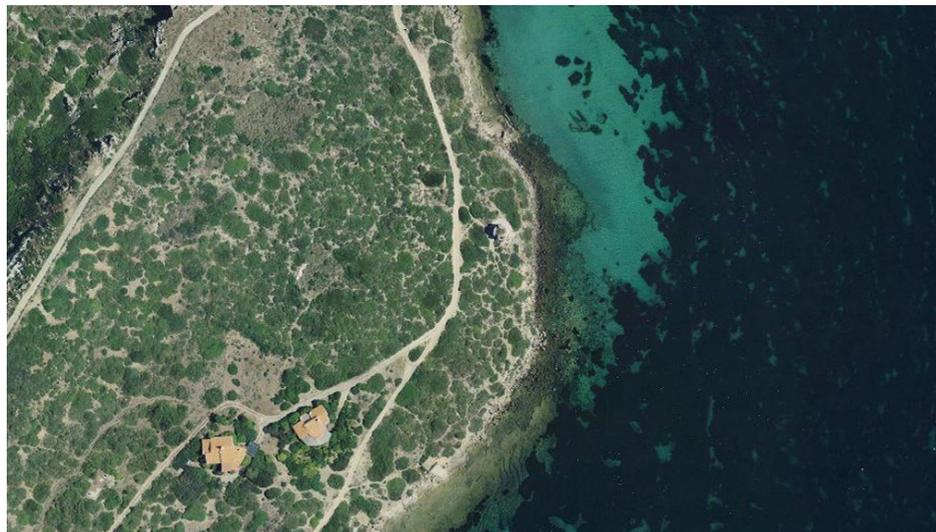
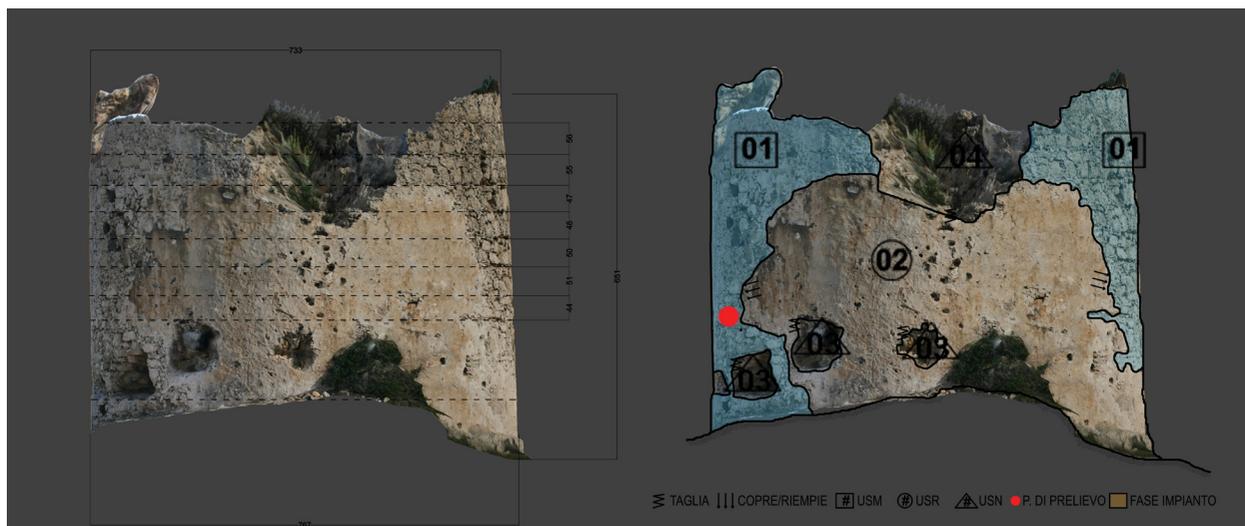


Fig. 28. La torre di Capo San Marco. Foto aerea, volo del 2006. In <http://www.sardegnaeoportale.it/webgis2/sardegnafotoaeree/>.



Tecniche costruttive murarie

La torre presenta una stratigrafia poco articolata, confortata dal prematuro e prolungato abbandono, confermato a sua volta dall'assenza di notizie, sulle fonti, relative ad interventi di trasformazione. Le sole trasformazioni non sono derivate da azioni antropiche, ma dall'azione incessante degli agenti atmosferici che hanno determinato locali lacune (USN 03). Si riconosce un'unica unità di rivestimento e un'unica unità stratigrafica muraria (USM 01), ovviamente, coincidente con la fase di impianto.

Anche in questo caso la muratura è a cantieri e rientra nella tipologia A3. È costituita da elementi lapidei non lavorati e sbozzati solo sulla faccia a vista, ma sono frequenti anche elementi più regolari. Analizzando la tessitura, ci si accorge che la dimensione delle pietre varia visibilmente: nella parte più bassa si segnala la presenza di elementi di dimensioni maggiori (40cm x 40cm) e forme più regolari e i vuoti sono riempiti con pietrame minuto; man mano che si sale gli elementi sono di dimensioni minori (20cm x 30cm) e più irregolari. Ciò influenza anche lo spessore dei *cantieri* di altezza pari a 50 cm (circa 2 *palmi*) circa in tutta la parte alta, leggermente maggiori nella parte più vicina alla zoccolatura (60 cm-2 *palmi* e mezzo). All'interno dei cantieri è possibile distinguere la disposizione degli elementi lapidei in fasce sub-orizzontali. I giunti verticali e di allettamento hanno dimensioni molto variabili (1-2 cm).

Grazie alla presenza di importanti lacune e al crollo della porzione superiore del manufatto, è stato possibile ottenere informazioni sulla sezione muraria. Si tratta di una muratura a sacco, di spessore pari a circa 100 cm (3,8 *palmi*), con il paramento esterno di 40 cm e il locale inserimento di elementi *frontati*, disposti cioè in senso trasversale alla muratura, generalmente in basalto.

Fra i materiali utilizzati si segnala una prevalenza di calcari marnosi e episodici inserimenti di basalto squadrato, entrambi autoctoni, disposti omogeneamente in tutta la muratura. La malta, prelevata in corrispondenza di una importante lacuna al lato sinistro del boccaporto, appare di buona qualità all'analisi in microscopia ottica. Presenta un aggregato ben assortito e un legante micritico di colore scuro, con componente quarzoso-feldspatica, caratterizzato da modeste aree di ricristallizzazione. L'intonaco, a base di calce aerea, ha caratteristiche omogenee in tutte le porzioni di superficie in cui si è conservato.

Fig. 29. Ricostruzione del modello tridimensionale con indicazione dei cantieri e rilievo stratigrafico della torre di Capo San Marco.

Stato di conservazione

Abbandonata da secoli, la torre si trova attualmente allo stato di rudere. Nella parte superiore in seguito al collasso strutturale avvenuto in un tempo imprecisato, si è verificato un imponente accumulo di materiale di detriti che hanno favorito la crescita di un'abbondante vegetazione infestante.

Gli intonaci sono quasi interamente scomparsi e, laddove si sono conservati, spesso si è verificato il distacco o la perdita di coesione tra lo strato di *arriccio* e lo strato di finitura e sono frequenti fenomeni di alveolizzazione, erosione e polverizzazione. Le malte risultano profondamente erose, soprattutto sul lato mare, e ciò ha favorito il crollo di consistenti porzioni di paramento esterno. Gli elementi lapidei di natura calcarea appaiono lievemente erosi, mentre i basalti godono di un discreto stato di conservazione.

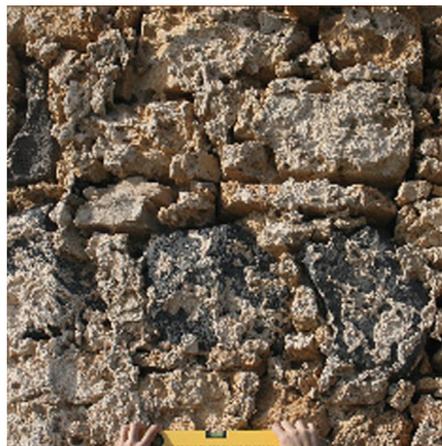
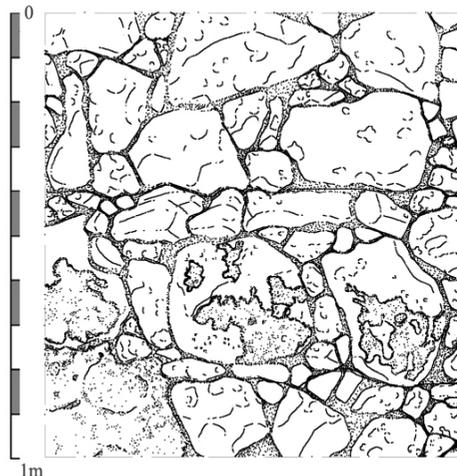


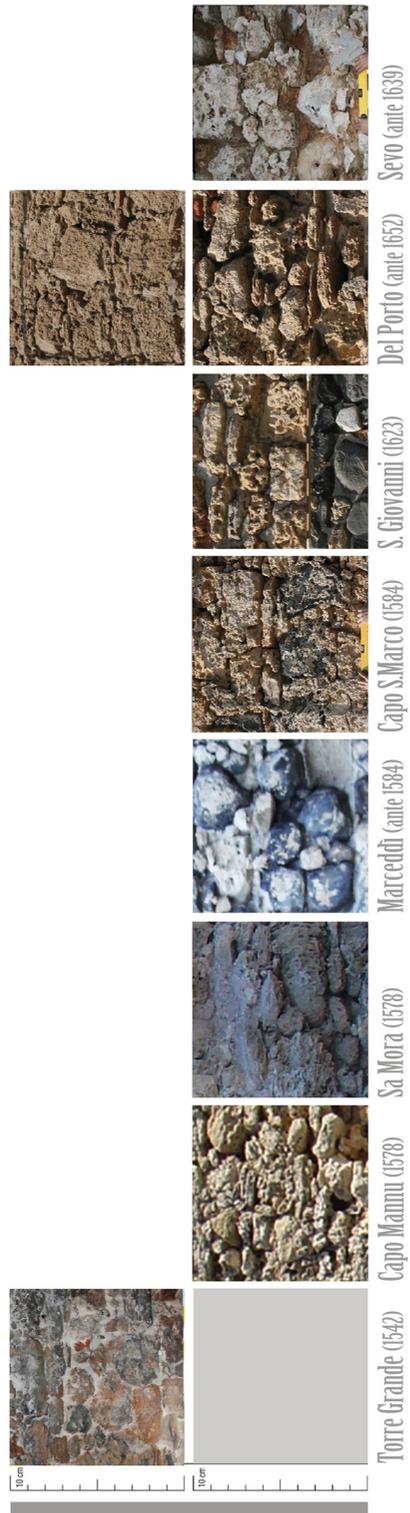
Fig. 30. Campione murario. Fotoraddrizzamento e rilievo architettonico.

Nella pagina seguente:

Fig. 31. Confronto fra campioni murari relativi all'areale di Oristano.



Capitolo 3



Torre di Ischia Ruggia

Note storiche

La costruzione della torre di Ischia Ruggia, databile tra il 1580 e il 1584, avvenne a spese degli abitanti della Planargia che successivamente si occuparono anche della sua manutenzione⁶⁸. Si trattava di una torre destinata al solo avvistamento la cui presenza è già documentata dal Fara⁶⁹ e fu realizzata a protezione di un piccolo corso d'acqua, in una posizione caratterizzata da un buon orizzonte visuale. Venne citata anche come torre di *Scala Rossa*, *Isclae Rubrae* e *Isclaroja*⁷⁰. Comunicava con le torri di Columbargia e Foghe⁷¹.

Si ha notizia di un intervento di manutenzione nel 1720 che riguardò l'impermeabilizzazione della piazza d'armi. Sono segnalati inoltre ulteriori interventi nel 1784, per opera del capomastro Eusebio Carta con la supervisione del capitano ing. Marciot, e ancora nel 1833. La scala che attualmente consente l'accesso alla piazza d'armi è ascrivibile, con grande probabilità, agli inizi del XIX secolo⁷². Nel 1842 risultava ancora presidziata⁷³. Non si ha notizia di restauri recenti né in previsione. Attualmente la torre non è censita al

68 M.RASSU, *Sentinelle del Mare...*, op. cit., p. 98.

69 J.F. FARA, *De chorographia Sardiniae: libri duo. De rebus sardois: libri quatuor*, Cagliari 1585, in V. ANGIUS (a cura di), Cagliari 1838.

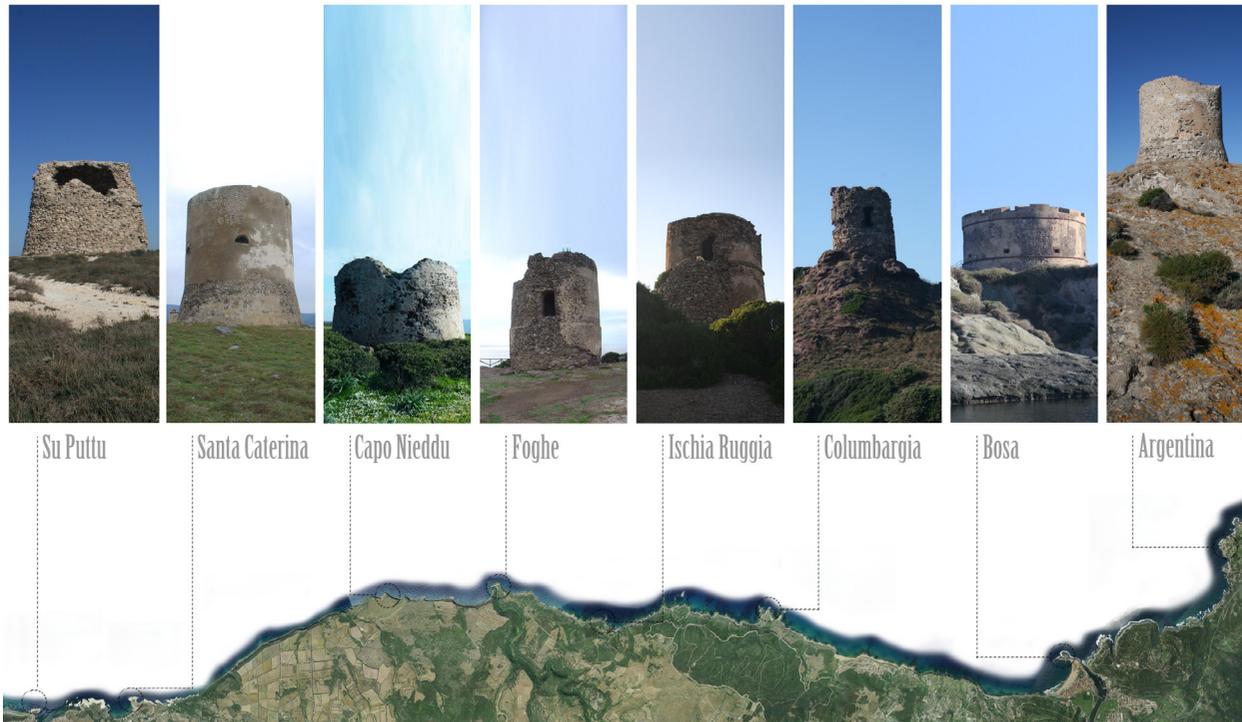
70 S. GANGA, G.M. MURONI, P.G. VACCA, *L'alcaidia delle torri: la torre di Bosa e il sistema difensivo costiero della Planargia e Montiferru nei secoli XVI e XVII*, catalogo della mostra, Bosa 1997, pp. 15-16.

71 G. MONTALDO, *Le torri costiere...*, op. cit..

72 S. GANGA, G.M. MURONI, P.G. VACCA, *L'alcaidia delle torri...*, op. cit., pp. 15-16.

73 M.RASSU, *Sentinelle del Mare...*, op. cit., p. 98.

Fig. 32. Areale di Bosa e localizzazione delle torri in esso incluse.



Capitolo 3

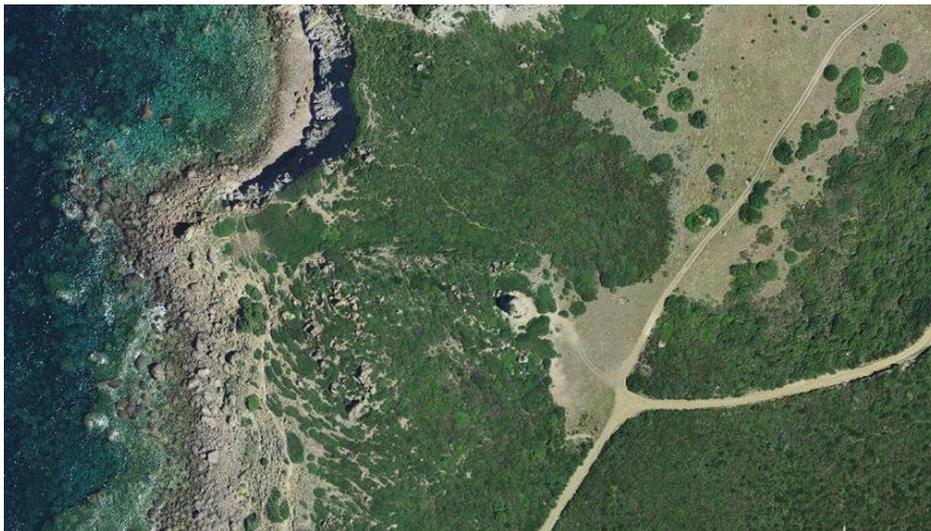


Fig. 33. La torre di Ischia Ruggia. Foto aerea, volo del 2006. In <http://www.sardegnaeoportale.it/webgis2/sardegnafotoaeree/>.

catasto fabbricati e il terreno su cui sorge risulta di proprietà privata⁷⁴.

Caratteri architettonici e tipologici

Al sito si accede attraverso una strada sterrata che giunge fino ai piedi della torre. La presenza di una folta vegetazione in prossimità del fabbricato ha ostacolato il rilievo fotografico integrale, e la conseguente ricostruzione tridimensionale di una porzione di superficie muraria relativamente ridotta. L'accesso alla torre è reso possibile dalla presenza della scala esterna e le ridotte dimensioni consentono di raggiungere facilmente la botola di accesso al boccaporto. È stato pertanto possibile effettuare il rilievo integrale degli ambienti interni.

È una torre di piccole dimensioni, priva di zoccolatura basamentale e con altezza massima di circa 8 m (2 *canne* e mezza). È costituita da un volume troncoconico con diametro alla base di 7,50 m (2,4 *canne*) e altezza di circa 4 m (1 *canna* e 4 *palmi*), su cui si imposta un volume cilindrico di diametro pari a 7 m (2,2 *canne*) e altezza lievemente inferiore (3,50 m); prima del crollo del parapetto probabilmente i due volumi avevano la medesima altezza e nel complesso la loro relazione proporzionale conferisce alla torre una discreta snellezza. Sono separati da una cornice di sezione semi-torica collocata alla quota di calpestio della camera principale.

Attraverso la scala in muratura sopra menzionata si giunge al boccaporto, l'unica apertura oggi presente nella torre, collocato sul lato sud-est a una quota di circa 4 m. L'ambiente principale è costituito da una camera unica, coperta da una volta a calotta, con diametro di poco più di 4 m, caratterizzata da una sezione policentrica e costituita da elementi lapidei molto sottili (3-4 cm di spessore) apparecchiati di coltello. L'accesso alla piazza d'armi avviene attraverso un'apertura presente sulla volta.

⁷⁴ L'informazione è stata ricavata da un'indagine svolta presso l'Agenzia del Territorio e verificata attraverso il sistema informativo territoriale SIT2COM della Regione Sardegna.

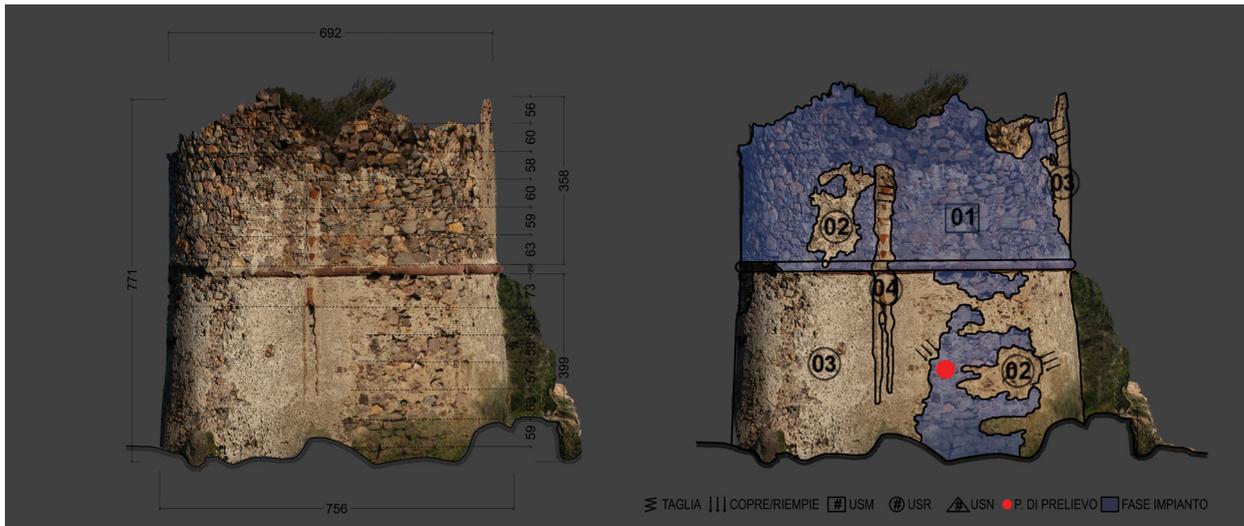


Fig. 34. Ricostruzione del modello tridimensionale con indicazione dei cantieri e rilievo stratigrafico della torre di Ischia Ruggia.

Tecniche costruttive murarie

Oggetto di un numero limitato di trasformazioni nel corso dei secoli, la torre non rivela una stratigrafia articolata. Sono chiaramente visibili almeno due unità di rivestimento (USR), mentre la USR 04 individua un intervento di rifacimento del sistema di canalizzazione delle acque piovane probabilmente coevo al rifacimento dell'impermeabilizzazione della piazza d'armi datato 1720⁷⁵. La scala esterna è stata annessa successivamente (con probabilità nel XIX secolo), come testimoniano il fatto di rappresentare un elemento estraneo alla logica difensiva, e di essere stata visibilmente affiancata al fabbricato principale, dunque, stratigraficamente posteriore a questo. Si distingue, inoltre, anche per tessitura muraria, dimensione degli elementi lapidei e caratteristiche della malta.

La muratura che costituisce il corpo della torre appare pressoché omogenea e può essere riferita integralmente alla fase di impianto. Rientra nella tipologia A3. Presenta un'apparechiatura a cantieri, costituita da elementi rustici sbozzati solo sulla faccia a vista, di dimensioni medie (10-25 cm di altezza e 15-48 cm di larghezza) che definiscono un "cantiere" di circa 60 cm⁷⁶. I vuoti fra le pietre più grosse sono riempiti con pietrame minuto (6-2 cm in entrambe le dimensioni), ma la pezzatura non risulta ben assortita e l'ingranamento risulta quindi complessivamente non ottimale e piuttosto largo. All'interno del cantiere si possono distinguere, non senza difficoltà, delle fasce sub-orizzontali. I giunti, molto erosi nelle zone prive di intonaco, risultano di spessore molto variabile.

Grazie al precario stato di conservazione è stato possibile acquisire informazioni circa la sezione muraria della torre. Di spessore pari a circa 140 cm (5,3 palmi), misurati alla quota del boccaporto, è, come di consueto, una muratura di tipo a sacco. I due paramenti appaiono indipendenti e di spessore pari a circa 40 cm.

Il corpo della torre è costituito prevalentemente da rioliti, con locali inserimenti di elementi calcarei, mentre per la realizzazione della cupola e di altri elementi architettonici sono stati utilizzati materiali differenti e più facilmente lavorabili (panchina tirreniana e

⁷⁵ M. RASSU, *Sentinelle del Mare...*, op. cit., p. 98.

⁷⁶ C. GIANNATTASIO, S.M. GRILLO, S. MURRU, *The Western Sardinian coast defensive towers (16th-17th century): an interdisciplinary approach for the chronological definition of masonries*, in G.T. Papanikos (ed.), *Proceedings of 4th Annual International Conference on Architecture (Athens, July 7-10), ATINER conference papers series No. ARC 2014-1095*, Athens Institute for Education and Research, Athens 2014, pp. 3-17.

Capitolo 3

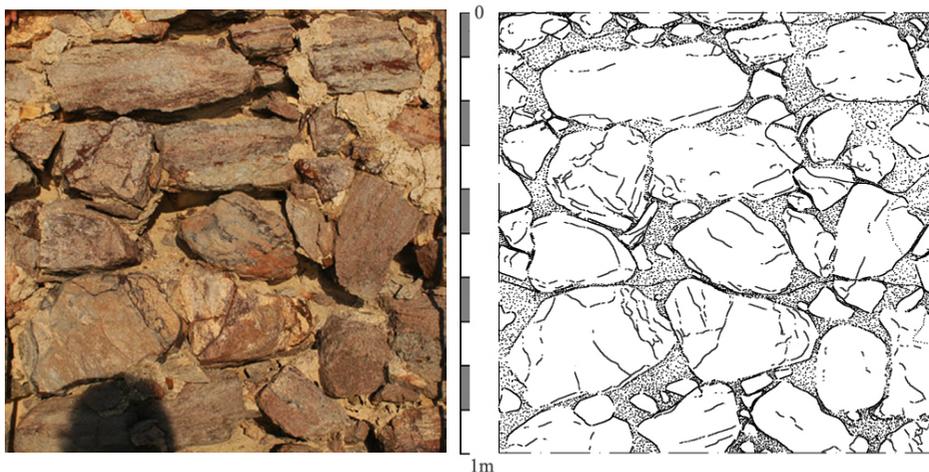


Fig. 35. Campione murario. Fotoraddrizzamento e rilievo architettonico.

Nella pagina seguente:

Fig. 36. Confronto fra campioni murari relativi all'areale di Bosa.

trachiti). Le malte interstiziali, a base di calce aerea, si presentano profondamente erose. Gli intonaci si sono conservati prevalentemente sul volume troncoconico e sul settore nord-orientale, mentre sono quasi assenti nella camera principale; sono costituiti da un legante di natura carbonatica e si presentano fortemente alveolizzati o erosi.

Stato di conservazione

Da tempo abbandonata, la torre versa in uno stato di degrado molto avanzato. Ampie porzioni di muratura sono crollate, soprattutto nel volume superiore, e sono presenti significative lacune in corrispondenza del boccaporto e dei coronamenti. Anche la volta si presenta in pessimo stato di conservazione: all'intradosso i giunti, profondamente erosi.



Capitolo 3



Fig. 37 Areale di Alghero e localizzazione delle torri in esso incluse.

Torre Bianca

Note storiche

Realizzata a difesa dell'insenatura di Porto Ferro su iniziativa delle popolazioni locali, la costruzione della Torre Bianca si inquadra intorno alla metà del XVI sec. ed esattamente a partire dal 1548. Dalle fonti emerge che per la sua realizzazione venne acceso un

Fig. 38. La torre Bianca. Foto aerea, volo del 2006. In <http://www.sardegna-geoportale.it/webgis2/sardegnafotoaeree/>.



mutuo che risultava ancora attivo nel 1557⁷⁷. Viene citata anche come torre di Airadu. Comunicava con la torre di Bantine Sale e con la vicina Torre Negra⁷⁸, erette anch'esse a protezione del golfo, facile approdo nemico.

A causa della sua posizione non particolarmente favorevole e per la presenza, nei pressi e in una posizione più elevata, della torre Negra, si rivelò di scarsa utilità e venne abbandonata quasi subito. Con grande probabilità inizialmente fu utilizzata come magazzino dai pescatori di corallo. Nel 1720 risultava in cattive condizioni, ma non si decise comunque di restaurarla. Infine nel 1754 venne ribadito il suo stato di abbandono⁷⁹. Non si ha notizia di recenti restauri. La torre risulta attualmente sita su un terreno di proprietà privata⁸⁰.

Caratteri architettonici e tipologici

Il sito si raggiunge seguendo un sentiero sterrato della durata di circa 20 minuti all'interno di una riserva di flora e fauna⁸¹. La torre è collocata in prossimità di una spiaggia, ad una quota di pochi metri sul livello del mare. Al suo interno si accede, non senza difficoltà, da un ingresso collocato a circa 3 m di quota. È stato pertanto possibile effettuare il rilievo integrale della torre.

L'impianto volumetrico corrisponde a quello ampiamente adottato nella costa nord-occidentale: su un tronco di cono basamentale, privo di zoccolatura e lievemente bombato, si imposta un volume cilindrico. Si tratta di un fabbricato di piccole dimensioni destinato al solo avvistamento: il diametro alla base è di 11,25 metri (3,5 *canne*) e si rastrema fino a raggiungere i 9,15 metri nella parte cilindrica (3 *canne*). L'altezza è molto variabile poiché la torre, fondata direttamente su roccia, asseconda l'andamento

77 M.RASSU, *Sentinelle del Mare...*, op. cit., p. 61. La torre non risulta censita in F. FOIS, *Torri spagnole e forti piemontesi della Sardegna...*, op. cit..

78 G. MONTALDO, *Le torri costiere...*, op. cit..

79 M.RASSU, *Sentinelle del Mare...*, op. cit., p. 61.

80 L'informazione è stata ricavata da un'indagine svolta attraverso il sistema informativo territoriale SIT2COM della Regione Sardegna. Non è stato tuttavia possibile verificare questa informazione presso l'Agenzia del Territorio.

81 Area protetta 'lago di Baratz-Porto Ferro' L'area è stata designata Sito di Importanza Comunitaria (SIC) ai sensi della direttiva Habitat.



del terreno. Infatti, sul lato orientato verso il mare si raggiungono gli oltre 7 m (2,2 canne), mentre sulla parte a monte l'altezza è di appena 5m (1,5 canne). Il volume superiore presenta un'altezza molto ridotta (appena 2 m al culmine del coronamento) e nel complesso la torre assume una configurazione tozza. I due volumi non sono separati da alcuna modanatura.

Anche l'impianto distributivo è molto semplice, articolato su tre livelli in cui il primo risulta pieno ed occupa tutto il volume basamentale troncoconico, mentre il secondo, destinato all'alloggio della guarnigione, è costituito da un'unica camera voltata a cupola e infine il terzo livello è occupato dalla terrazza o piazza d'armi. L'accesso, orientato a nord, è collocato a una quota non particolarmente elevata (3 m). Le altre aperture, alcune delle quali sono state probabilmente aperte durante la seconda guerra mondiale, risultano più o meno regolari e collocate a una quota e a un passo pressoché costante. La Calotta che copre l'ambiente principale è a sesto ribassato e presenta un diametro pari a circa 5 m (1,5 canne). La quota di imposta non è elevata (circa 1 m). Al secondo livello si accede attraverso una stretta scala ricavata nella muratura, collocata sul lato sinistro dell'ingresso. Questo piano presenta scarso interesse. In origine doveva essere merlato su tutto il perimetro, ma ora i merli sono quasi interamente crollati a causa dei forti fenomeni erosivi.

Tecniche costruttive murarie

Come già accennato, la torre fu prematuramente abbandonata e non fu quindi soggetta a significative trasformazioni nel corso dei secoli. L'unico intervento degno di nota, ascrivibile alla sua rifunzionalizzazione durante la Seconda Guerra Mondiale, è la realizzazione di nuove aperture disposte a raggiera su tutto il perimetro della torre, caratterizzate da dimensioni e passo costante. Lo strato di rivestimento è unico. La muratura si presenta omogenea ed è, con grande probabilità, integralmente ascrivibile alla fase di impianto.

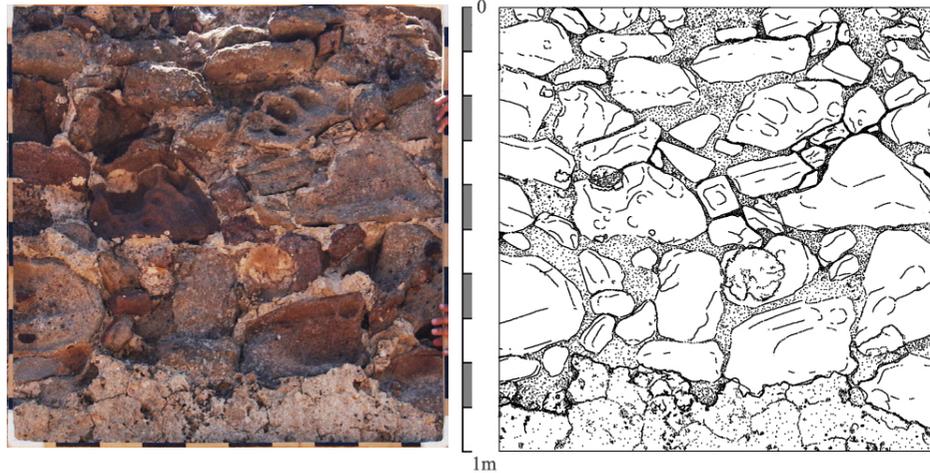
Anche in questo caso ci troviamo in presenza di una muratura di tipologia A1, i cui elementi lapidei non sono lavorati e mostrano spigoli sub-arrotondati probabilmente a causa di un avanzato processo di erosione. Le dimensioni degli elementi lapidei variano notevolmente in un *range* che varia tra i 40 cm di larghezza e i 20 cm di altezza per le pietre di media pezzatura e i 5 cm di larghezza e i 2 cm di altezza per il pietrame

Fig. 39. Ricostruzione del modello tridimensionale con indicazione dei cantieri e rilievo stratigrafico della torre Bianca.

Fig. 40. Campione murario. Fotoraddrizzamento e rilievo architettonico.

Nella pagina seguente:

Fig. 41. Confronto fra campioni murari relativi all'areale di Oristano.



minuto. Il buon assortimento dei materiali e l'accurata tessitura conferiscono alla muratura un ingranamento serrato. Piccoli elementi lapidei disposti orizzontalmente sottolineano l'orizzontamento; i *cantieri* hanno di altezza pari a 50 cm (2 *palmi*). I giunti hanno spessore molto variabile. Anche qui siamo in presenza di una muratura a sacco di spessore pari a 200 cm.

Anche per la realizzazione della calotta sono stati utilizzati elementi lapidei irregolari del medesimo materiale, di dimensioni lievemente minori, disposti di fascia. All'intradosso sono ancora chiaramente visibili le scanalature impresse sull'intonaco, ancora aderente al supporto, dalla centinatura in canniccio (graticcio di canne) impiegata per la sua realizzazione. Inoltre alla base della volta si possono ancora distinguere gli alloggiamenti dei corrispondenti elementi lignei, verosimilmente disposti a raggiera.

Il materiale prevalente è un'arenaria di colore rosso spento mista a un conglomerato, abbondantemente affiorante nei pressi della torre. La malta campionata, prelevata sul volume basamentale in corrispondenza dell'unità stratigrafica attribuita alla fase di impianto, presenta, da un'analisi in microscopia ottica e XRD, un aggregato costituito da particelle molto fini. Il composto non è omogeneo e non presenta una distribuzione isotropa. Si segnala inoltre un'abbondante presenza di bioclasti e numerose aree non carbonatate.

Stato di conservazione

Abbandonata da secoli e fortemente trasformata in occasione della sua rifunzionalizzazione come punto di avvistamento durante la seconda guerra mondiale⁸², la torre si presenta in uno stato di avanzato degrado. L'erosione dei giunti, particolarmente significativa sul lato rivolto verso il mare, non si è però evoluta in significativi fenomeni di dissesto e la torre appare, complessivamente, infatti in buone condizioni statiche. A causa della mancanza di un'adeguata protezione delle creste murarie, la zona maggiormente interessata dai crolli è quella in corrispondenza del coronamento. Gli intonaci si sono conservati sul lato a monte. Qui appaiono comunque soggetti a fenomeni di alveolizzazione, polverizzazione, dilavamento, erosione e perdita di aderenza tra gli strati.

⁸² Al lato della torre possiamo inoltre notare la presenza di un bunker in c.a. che testimonia la frequentazione del sito durante la seconda guerra mondiale.

Torre di Trabuccato

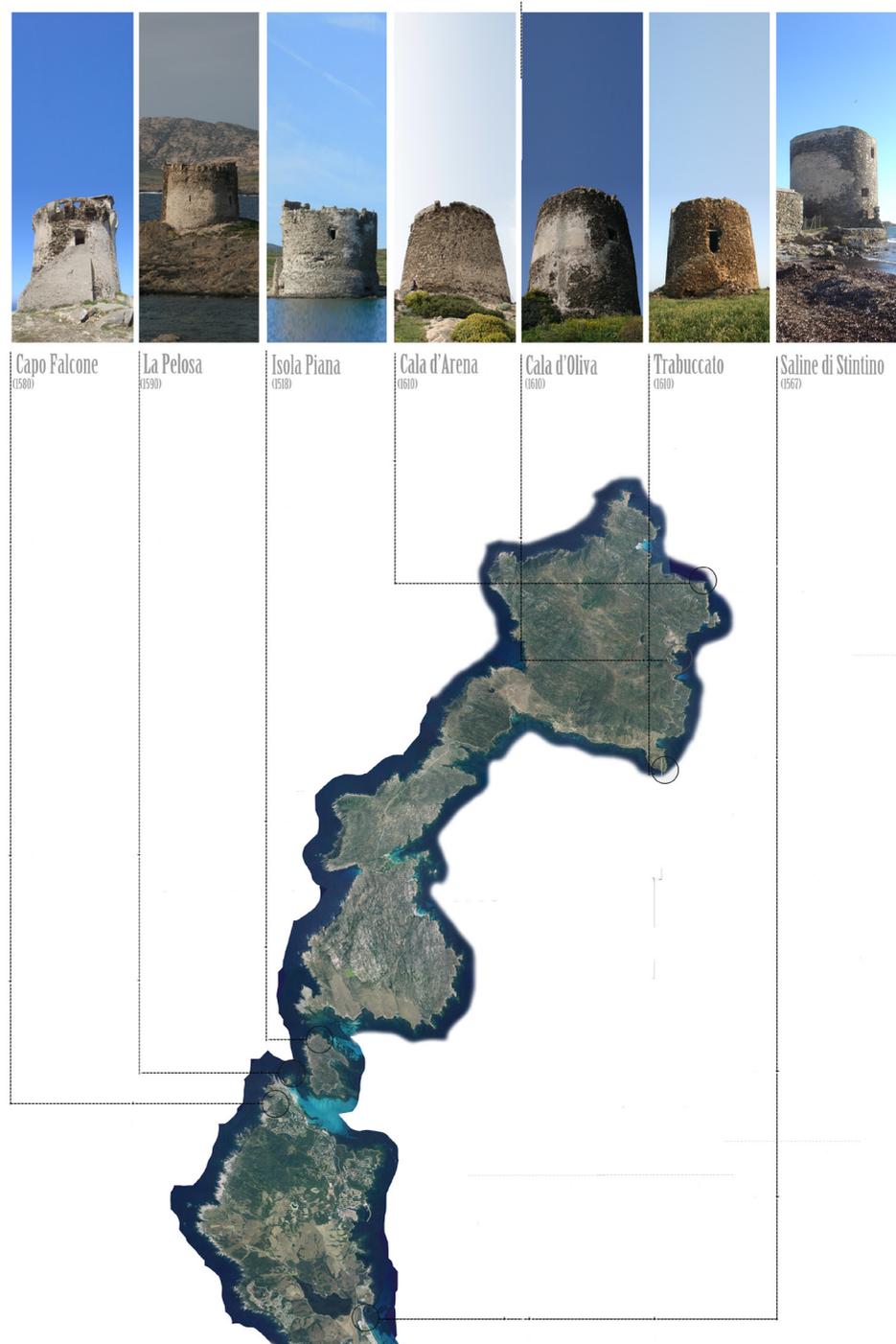


Fig. 42. Areale di Stintino-Asinara e localizzazione delle torri in esso incluse.

Capitolo 3



Fig. 43. Foto storica della torre di Trabuccato gentilente concessa dal Parco Nazionale dell'Isola dell'Asinara. Non collocata cronologicamente.

Note storiche

Per quanto riguarda la datazione della torre di Trabuccato esistono, nella bibliografia consultata, pareri discordanti. Infatti, il Fois⁸³ iscrive la data di costruzione della tra il 1535 e il 1578. Secondo il Rassu⁸⁴ invece la torre non venne richiesta dai progettisti cinquecenteschi e i lavori di edificazione furono avviati solo nel 1610 per opera del mastro Gerolamo Carta, che ricevette l'incarico per la costruzione dei tre fortilizi presenti sull'Isola dell'Asinara. La datazione del Rassu appare la più probabile in quanto risulta ben documentata nelle fonti d'archivio. Proteggeva la sottostante tonnara di Trabuccato. Venne citata anche come torre del *Trabucado*, di *Santa Marina* e del *Trabuchadu*⁸⁵. Comunicava con la torre di Porto Torres e con il Castellaccio di Fornelli⁸⁶ e con le torri della Pelosa e di Capo Falcone⁸⁷.

Nel 1637 venne occupata per ben due volte, prima dalle galere corsare di Biserta e poi dai corsari francesi, e gravemente danneggiata. Nel 1720 non si trovava in buono stato di conservazione e necessitava di un intervento. Nel 1767 furono eseguiti dei lavori ad opera del mastro Sardo progettati dall'ing. Belgrano di Famolasco; ancora nel 1778 fu riparata dal mastro Depalmas e nel 1786⁸⁸ dal mastro Capizza. Varie opere di restauro interessarono la torre anche durante la prima metà del XIX secolo: nel 1828, nel 1834 ad opera del mastro Sorgia e nel 1841 ad opera del mastro Cannas. Nel 1843 la torre era ancora presidiata. Dopo la dismissione venne ancora utilizzata⁸⁹. Non si ha notizia di recenti restauri, ma l'Agenzia regionale Conservatoria delle coste, attuale ente gestore⁹⁰, ha recentemente manifestato l'intenzione di intervenire sul bene con la pubblicazione di

83 F. FOIS, *Torri spagnole e forti piemontesi della Sardegna...*, op. cit., p. 47.

84 M. RASSU, *Sentinelle del Mare...*, op. cit., p. 166.

85 F. FOIS, *Torri spagnole e forti piemontesi della Sardegna...*, op. cit., p. 47.

86 G. MONTALDO, *Le torri costiere...*, op. cit., p. xx.

87 M. RASSU, *Sentinelle del Mare...*, op. cit., p. 166.

88 ASC, Reale Amministrazione delle Torri, n. 30.

89 Ibidem.

90 La torre al momento è di proprietà del Demanio della Regione Autonoma della Sardegna ed è stata data in concessione all'Agenzia che attualmente si occupa della sua gestione.

Fig. 44. La torre di Trabuccato
Foto aerea, volo del 2006. In
<http://www.sardegnageoportale.it/webgis2/sardegnafotoaeree/>.



un bando per la progettazione relativa alla messa in sicurezza e al restauro conservativo delle tre torri presenti sull'isola dell'Asinara.

Caratteri architettonici e tipologici

Al sito si accede facilmente percorrendo un breve sentiero e la regolarità del terreno su cui la torre sorge ha consentito di effettuare un rilievo fotografico integrale. Anche l'accesso al fabbricato è agevole grazie alla presenza della scala di realizzazione successiva e alle discrete condizioni degli ambienti interni. Ascritta dalle precedenti pubblicazioni alla tipologia cilindrica, presenta in realtà una forma troncoconica con svasatura molto lieve (3%). Ha dimensioni molto simili alla vicina torre di Cala d'Arena: un diametro di circa 12,5 metri (4 *canne*) alla base e 12 metri in sommità (2 *palmi* in meno), con un'altezza media di circa 11 metri (3,5 *canne*, misurata al culmine del parapetto). La proporzione fra altezza e diametro, a favore del diametro, conferisce alla torre una configurazione tozza e robusta.

Lo schema distributivo è comune. All'ingresso, collocato a sud a una quota di circa 5,5 metri, si giunge attraverso una scala in pietra di realizzazione successiva. L'ambiente principale è voltato a cupola, con una grossa colonna centrale, e suddiviso in due vani attraverso un tramezzo trasversale sul quale, probabilmente, era impostato un soppalco ligneo. Questa partizione probabilmente fu realizzata in epoca successiva perché la muratura presenta caratteristiche di tessitura differenti rispetto al resto della torre. Una scala ricavata all'interno dello spessore murario, con lo spigolo delle pedate e la copertura realizzati in travicelli di ginepro, conduce alla piazza d'armi.

Tecniche costruttive murarie

Osservando gli esiti del rilievo stratigrafico, la torre non presenta un numero rilevante di US nonostante dalle fonti si evinca che è stata oggetto, nei secoli, di numerosi restauri. Ciò è probabilmente dovuto al fatto che, nella maggior parte dei casi, si è trattato di piccoli interventi di manutenzione che non hanno apportato significative trasformazioni sulla torre. Si è trattato prevalentemente di locali rifacimenti degli starti di rivestimento e, come verificato dall'analisi della stratigrafia della volta, del rifacimento del manto di



impermeabilizzazione della piazza d'armi. L'unica trasformazione significativa riguarda la scala di accesso esterna, riferibile agli anni '30-'40 del XIX secolo. Oltre a presentare una differente tessitura muraria, è, infatti, estranea alla logica di difesa delle torri che prevedeva che l'accesso fosse sempre in posizione sopraelevata e raggiungibile solo attraverso una scala retraibile. La muratura si presenta perlopiù omogenea in tutto il corpo della torre, fatta eccezione per le partizioni interne alla camera principale.

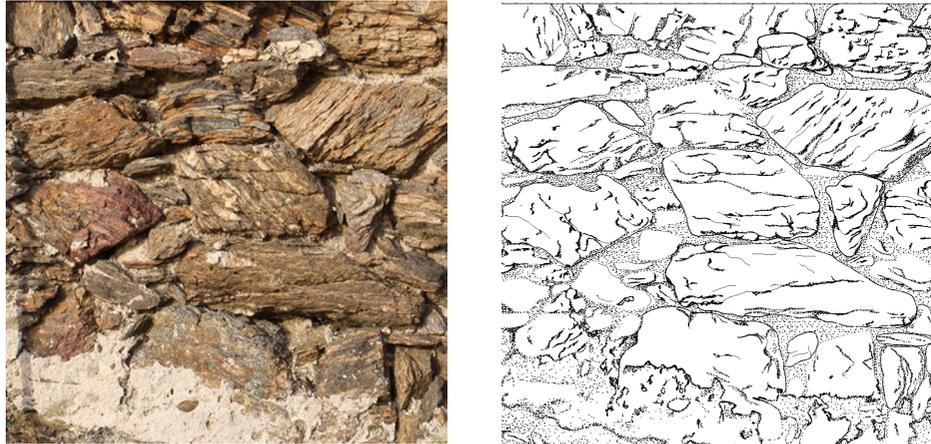
Fig. 45. Ricostruzione del modello tridimensionale con indicazione dei cantieri e rilievo stratigrafico della torre di Trabuccato.

La muratura riferita alla fase di impianto è irregolare, costituita da elementi lapidei di pezzatura medio - grande (25-50 cm di larghezza e 15-20 cm di altezza), non lavorati e orditi senza tener conto dell'orientamento degli strati del materiale. Rientra nella tipologia A2. L'assortimento degli elementi lapidei non è molto variegato, ma sono presenti numerose *zeppa* e l'ingranamento è complessivamente serrato. La tessitura è caratterizzata dalla presenza di cantieri pressoché regolari che, a differenza della maggior parte dei casi analizzati, presentano uno spessore di 75-80 cm (2,8-3 palmi) e sono segnalati dalla concentrazione di pietrame minuto. I giunti sono relativamente sottili (1-2 cm) e profondamente erosi. La sezione è *a sacco*, costituita da due paramenti di 70-80 cm e un riempimento interno in malta e pietrame di piccola pezzatura, probabilmente proveniente da scarti di lavorazione. Lo spessore totale è notevole (circa 2,50 m-10 palmi).

All'intradosso sono ancora leggibili le scanalature impresse dall'incannucciata della centina utilizzata per la sua costruzione e si leggono due ordini di mensole lignee a passo costante, uno alla quota dell'imposta e l'altro circa un metro più in alto. Nei beccatelli e nelle garitte del coronamento compare lo stesso materiale lapideo di natura calcarea impiegato per la confezione della volta; bozze sono sbozzati, più regolari e di dimensioni maggiori.

Il materiale lapideo prevalente è il micascisto, abbondantemente presente sull'isola e i cui affioramenti sono chiaramente visibili anche nei pressi della torre. Un materiale lapideo di natura calcarea, dotato di maggiore friabilità e porosità e pertanto maggiormente lavorabile, compare solo nelle "inzeppature", negli elementi plastici di completamento (beccatelli e garitte del coronamento) e nella volta; in questo caso le pietre sono di colore chiaro, sbozzati, più regolari e di dimensioni maggiori. Grazie a un foro presente sulla calotta è stato possibile determinarne l'esatta stratigrafia e leggere la sovrapposizione degli interventi di impermeabilizzazione della piazza d'armi succedutisi nel tempo.

Fig. 46. Campione murario. Fotoraddrizzamento e rilievo architettonico.



Lo stesso materiale è stato probabilmente utilizzato anche per la produzione dei leganti che compongono le malte. Queste, analizzate in sezione sottile al microscopio ottico, presentano un aggregato quarzoso-feldspatico con carattere bimodale, uniformemente distribuito. Nel complesso l'impasto appare di buona fattura e ciò è dimostrato anche dalle discrete condizioni di conservazione.

L'intonaco, di spessore pari a 1,5-2 cm, è stato sottoposto solo ad analisi macroscopica. Esso è a base di calce con inerti a grana grossa, di colore grigio e consistenza molto friabile. L'intonaco presente all'interno, a grana più fine, presenta un colore giallastro, una consistenza ancora più friabile e uno spessore di 1 cm.

Stato di conservazione

Per le particolari condizioni di accessibilità dell'isola e per la presenza del Carcere di massima sicurezza, nel corso del XX secolo, oramai dismesse, le torri dell'isola vennero dimenticate e non subirono significative trasformazioni, fatta eccezione per la torre di Cala d'Oliva che, per la sua posizione, fu rifunzionalizzata. Lo stato di degrado della torre di Trabuccato è piuttosto avanzato, sebbene presenti ancora, pressoché integri, tutti gli elementi costruttivi della fase di edificazione. Le particolari condizioni di esposizione unite alla mancanza di interventi di manutenzione periodica si sono tradotti nella profonda erosione dei giunti interstiziali, con conseguente crollo di alcune porzioni di paramento esterno, più significative nel prospetto esposto a sud. Si leggono anche alcune lesioni di entità non trascurabile, concentrate nei punti di maggiore vulnerabilità della muratura quali il camino o la tubatura che conduceva le acque meteoriche alla cisterna.

Gli interni sono complessivamente ben conservati, sebbene non si conoscano le effettive condizioni dei livelli pavimentali, sia alla quota della camera principale che della piazza d'armi, a causa della spessa coltre di detriti presente su tutta la superficie. Nella piazza d'armi le creste del parapetto sono profondamente erose con conseguenti crolli di grosse porzioni di muratura soprattutto sul settore rivolto verso il mare, in corrispondenza dello "smonto" delle scale. Inoltre gli accumuli di terra e detriti uniti alla presenza di una forte umidità hanno favorito la comparsa di vegetazione infestante. Gli intonaci esterni risultano quasi integralmente mancanti e, laddove si sono conservati, appaiono erosi e diffusamente interessati da fenomeni di alveolizzazione e polverizzazione. Leggermente migliore appare lo stato degli intonaci interni. Infine l'accesso alla torre presenta numerose criticità dovute a consistenti crolli di intere porzioni della scala esterna, che

Capitolo 3

tuttavia ancora consente di raggiungere la quota sopraelevata del boccaporto⁹¹.

91 S.MURRU, *Affinities in construction techniques of a unitary project: the coastal towers of the Asinara Island (Sardinia)*, in P. RODRÍGUEZ NAVARRO, (a cura di), *Defensive architecture of the Mediterranean, XV to XVIII centuries, Proceedings of International Conference on Modern Age fortifications of the western Mediterranean coast-FORTMED*, Valencia 15-18 ottobre 2015, 2015, vol. II, pp. 243-250; S. MURRU, *Investigating 500-year-old coastal towers in Sardinia and Corsica: a multi-disciplinary research protocol*. In: W. ADDIS (a cura di), *Proceedings of the ICE – Engineering History and Heritage*, 167:2, 2014, pp. 88-99; S. MURRU, *Cerdeña y Córsega: intercambios de saberestructivos en la fabricación de lastorrescosteras*. In S. HUERTA, F. LÓPEZ ULLOA (a cura di), *Actas del Octavo Congreso Nacional de historia de la construcción, Madrid x-x ottobre 2013*, Madrid 2013. vol. 2. p. 760.



Fig. 47. Confronto fra campioni murari relativi all'areale di Stintino-Asinara.

Torre di Isola Rossa

Note storiche

Prevista nei primi progetti unitari di fortificazione della seconda metà del XVI secolo, la costruzione della torre dell'Isola Rossa, voluta dalla Reale Amministrazione, risulta terminata nel 1595⁹². Comunicava con la torre del Frigiano a Castelsardo⁹³. Nel 1777 fu riparata dal capomastro Giovanni Capizza su progetto dell'ingegner Cochis insieme alle altre della Gallura. Si segnalano poi nuovi restauri nel 1804, 1827-28, 1830, 1834. La torre rimase attiva fino al 1846⁹⁴. Non si ha notizia di interventi recenti. Attualmente la

92 M.RASSU, *Sentinelle del Mare...*, op. cit., p. 146.

93 G. MONTALDO, *Le torri costiere...*, op. cit..

94 M.RASSU. *Sentinelle del Mare...* op. cit.. p. 146..



Fig. 48. Areale Gallura e localizzazione delle torri in esso incluse.

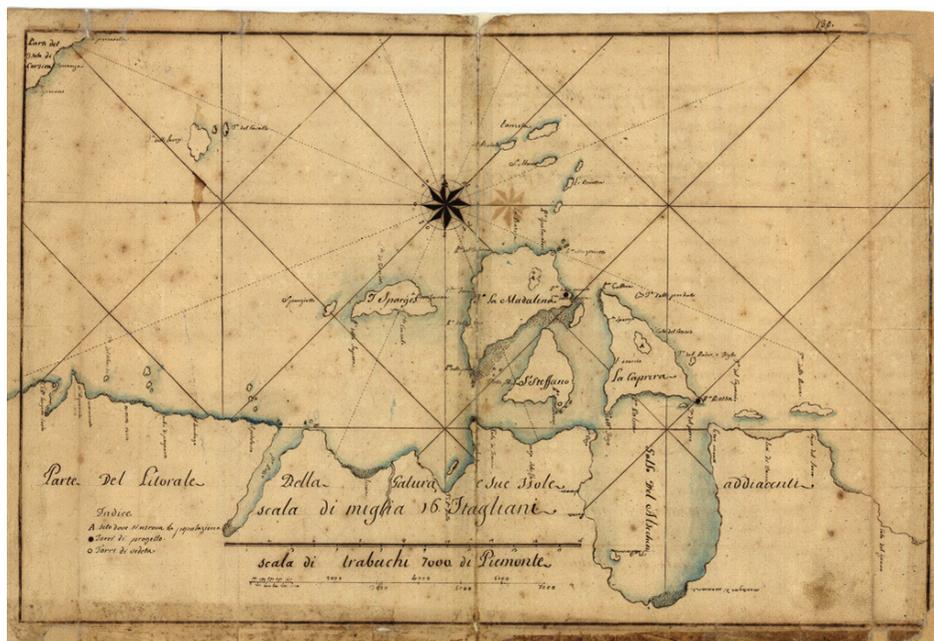


Fig. 49. Parte del litorale della Gallura. 1767. In ASC, Parte del Litorale Della Galura, e Sue Isole addiacenti, Tipi e profili, TP 185.

torre risulta di proprietà privata⁹⁵.

Caratteri architettonici e tipologici

Ubicata alla destra di Cala Falsa, all'interno del villaggio di Isola Rossa, nel comune di Trinità d'Agultu, si accede con facilità in auto fino a poche decine di metri dalla torre. La roccia fortemente scoscesa ha reso difficoltoso il rilievo fotografico integrale delle superfici esterne che, tuttavia, è stato effettuato con un discreto grado di accuratezza. L'accesso in sicurezza all'interno della torre non è invece consentito in quanto il boccaporto, posizionato a circa 5 m di quota, è sprovvisto di scala. Non è stato pertanto possibile effettuare il rilievo degli ambienti interni.

Spesso annoverata per tipologia fra le torri cilindriche, si tratta in realtà di una torre costituita da un unico volume troncoconico con svasatura molto lieve (circa 3%) che presenta molte similitudini con le due torri maggiori dell'isola dell'Asinara⁹⁶. Presenta dimensioni considerevoli: ha un diametro di circa 15 m (3 canne e 10 palmi) alla base e 14 m (4 palmi in meno) in sommità e un'altezza massima di circa 14 m (3 canne e 6 palmi) e minima di circa 12 m (3,8 canne). Il rapporto proporzionale fra le due dimensioni, a favore del diametro, conferisce alla torre una imponente robustezza e una configurazione tozza. Non è provvista di una vera e propria zoccolatura, ma nella fascia basamentale sono stati collocati dei grossi elementi granitici, assenti invece superiormente.

Come già accennato, l'ingresso, collocato a circa 5 m di quota e orientato a sud, è sprovvisto di scala e per questa ragione le notizie relative all'assetto distributivo della torre non derivano da un rilievo diretto. Il boccaporto introduce in una camera voltata con colonna centrale, dotata di due piccole aperture disposte in posizione simmetrica rispetto all'asse del boccaporto. Alla piazza d'armi si accede attraverso una scala realizzata nello spessore murario a destra del boccaporto. La parte sommitale era coronata da una fascia

⁹⁵ L'informazione è stata ricavata da un'indagine svolta attraverso il sistema informativo territoriale SIT2COM della Regione Sardegna e verificata presso l'Agenzia del Territorio attraverso una ricerca sulle visure catastali.

⁹⁶ Ci si riferisce alle torri di Cala d'Arena e Trabuccato.

Fig. 50. La torre di Isola Rossa. Foto aerea, volo del 2006. In <http://www.sardegnageoportale.it/webgis2/sardegnafotoaeree/>.



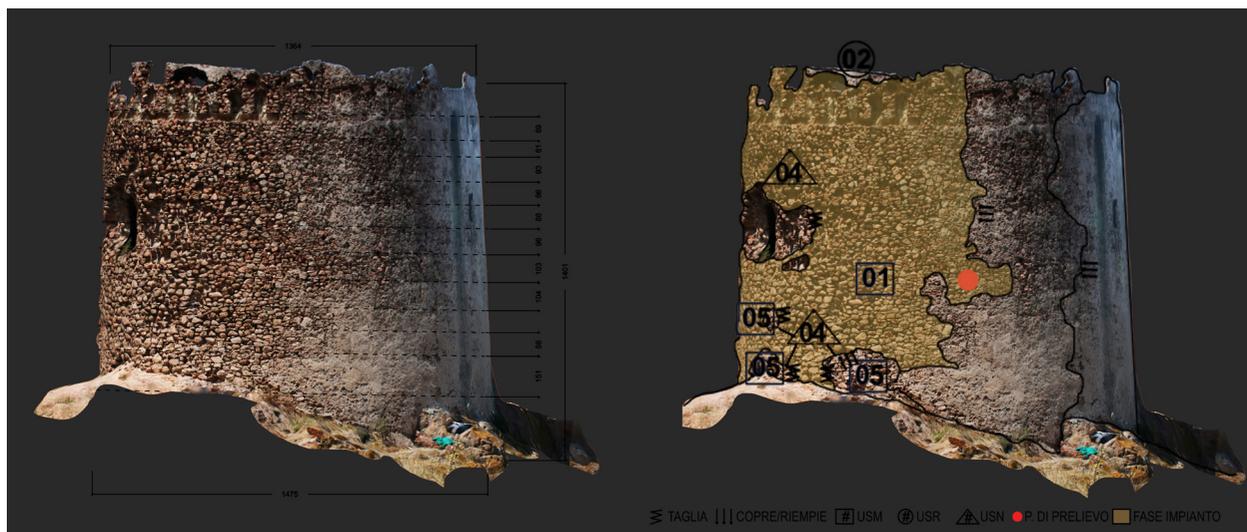
di beccatelli oggi rilevabili dalle tracce degli incassi, molto simili a quelli presenti nelle torri dell'Asinara.

Tecniche costruttive murarie

Dall'analisi stratigrafica è emerso, come atteso, che la torre non ha subito significative trasformazioni nel corso dei secoli. La muratura, che presenta caratteri piuttosto omogenei, si iscrive quasi integralmente nella fase di impianto datata, come affermato, nel 1595. Fanno eccezione alcune integrazioni non particolarmente significative concentrate nella zona al di sotto del boccaporto che si riferiscono a un intervento recente, non datato, ma ascrivibile all'ultimo ventennio, che si differenzia per tessitura, dimensioni degli elementi lapidei e caratteristiche della malta impiegata. Per quanto riguarda gli strati di rivestimento sono state individuate due USR, la prima attribuibile alla fase di impianto e la seconda, più superficiale, riferibile a un intervento, documentato nelle fonti e datato 1777, in cui si prevedeva la rifacitura dello «scagliamento»⁹⁷. Si noti, infatti, ad argomento di questa tesi, che l'unità USR02 presenta uno strato superficiale che, per le caratteristiche granulometriche dell'aggregato (molto più fine rispetto all'aggregato della USR03), si configura come uno strato di finitura.

L'avanzato stato di degrado e l'ampia assenza di strati di rivestimento ha consentito una agevole lettura delle tecniche costruttive. La muratura, costituita da elementi di medie e grosse dimensioni (60-15 cm di larghezza e 30-10 cm in altezza), non lavorati e con spigoli sub-arrotondati, rientra nella tipologia A2. L'orditura evidenzia *cantieri* di spessore maggiore rispetto alla maggior parte delle torri analizzate (circa 80 cm-3 *palmi*) apparecchiati per fasce. Nonostante le numerose zeppe e il buon assortimento del materiale lapideo, l'ingranamento non è, allo stato attuale, particolarmente buono a causa dei fenomeni erosivi che hanno generato il distacco della malta e degli elementi di

⁹⁷ «Scagliamento da farsi con pietre forti in calcina, imbocatura, e passata in paletta attorno alle muraglie esteriori di detta Torre dalla somità fino al piede d'essa, a tutta roba, e fatura, ed ogni cosa compresa si calcola L. 305». In ASC, Amministrazione delle torri, n.30. Nella documentazione relativa allo stesso intervento, che rientra in un unico appalto in cui erano previste opere di manutenzione sulle torri della Gallura, per quanto riguarda la torre in oggetto si parla anche di rifacimento del parapetto e di due garitte, rifacimento dell'impermeabilizzazione della piazza d'armi e manutenzione del sistema di smaltimento e raccolta delle acque meteoriche e altri piccoli interventi di manutenzione a firma di Cochis, Capitano del Corpo Reale degli ingegneri.



dimensioni minute. I giunti sono profondamente erosi e di spessore molto variabile. La sezione è *a sacco*, con un considerevole spessore, misurato alla quota del boccaporto, di circa 300 cm. A causa delle difficoltà di accesso non è stato possibile rilevare con maggior dettaglio le caratteristiche della sezione muraria.

Fig. 51. Ricostruzione del modello tridimensionale con indicazione dei cantieri e rilievo stratigrafico della torre di Isola Rossa.

Il materiale utilizzato in prevalenza è il granito. L'area è, infatti, caratterizzata da abbondanti affioramenti di graniti biotitici a grana eterogenea, con prevalenza di componenti a dimensioni medio-grossolane, di colorazione perlopiù rosata⁹⁸. Le malte interstiziali riferite alla fase di impianto e campionate sul lato a mare presentano un aggregato quarzoso-feldspatico con carattere bimodale, uniformemente distribuito. Nel complesso l'impasto appare di media fattura. Gli intonaci, discretamente conservati sul lato mare, sono stati sottoposti solo ad analisi macroscopica e si distinguono in almeno 3 strati: uno di regolarizzazione, a grana più grossa con inerti risolvibili a occhio nudo, di colore rosato, uno centrale a grana più fine e infine lo strato più superficiale che presenta inerti a grana più grossa rispetto a quello immediatamente sottostante e si presenta molto alveolizzato. Lo spessore è variabile: circa 1,5 cm per lo strato di regolarizzazione e 0,5 cm per gli altri due strati.

Stato di conservazione

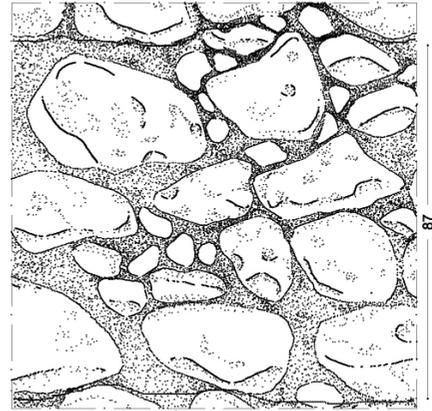
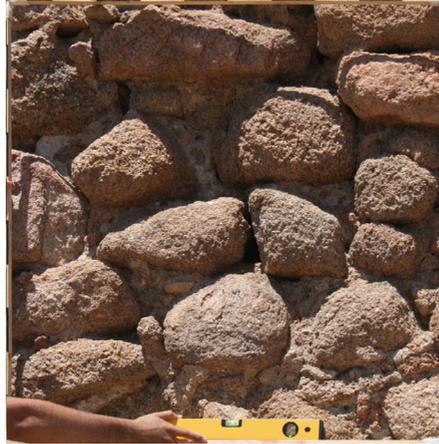
Nonostante il prolungato abbandono, la mancanza di una manutenzione periodica e la forte esposizione all'azione eolica, la torre si trova complessivamente in un discreto stato di conservazione. Le condizioni statiche sono complessivamente buone e non sono presenti significativi fenomeni di dissesto. Nella parte esposta a sud i giunti risultano erosi fino in profondità e l'indebolimento della compagine muraria ha determinato locali crolli che hanno interessato perlopiù il pietrame minuto, mentre la parte esposta a nord, coincidente con il lato rivolto verso il mare, conserva ancora abbondanti aree in cui l'intonaco si è conservato integralmente o in cui si è verificato il distacco dei soli strati superficiali⁹⁹. Laddove l'intonaco si è conservato, risulta soggetto a fenomeni puntuali di

⁹⁸ Informazioni attinte al seguente indirizzo: <http://www.isprambiente.gov.it/it/cartografia/carte-geologiche-e-geotematiche/carte-geologiche-e-geotematiche>.

⁹⁹ S. MURRU, *Cerdeña y Córsega: intercambios de saberestructivos en la fabricación de lastorrescosteras*. In S. HUERTA, F. LÓPEZ ULLOA (a cura di), *Actas del Octavo Congreso Nacional de historia de la construcción, Madrid x-x ottobre 2013*, Madrid 2013, vol. 2, p. 760.

Fig. 52. Campione murario. Fotoraddrizzamento e rilievo architettonico.

Fig. 53. Confronto fra campioni murari relativi all'area Gallura.



polverizzazione, erosione e dilavamento.



Longosardo (1580)

Isola Rossa (1605)

Vignola (1595)

Capitolo 3

Torre di Bari

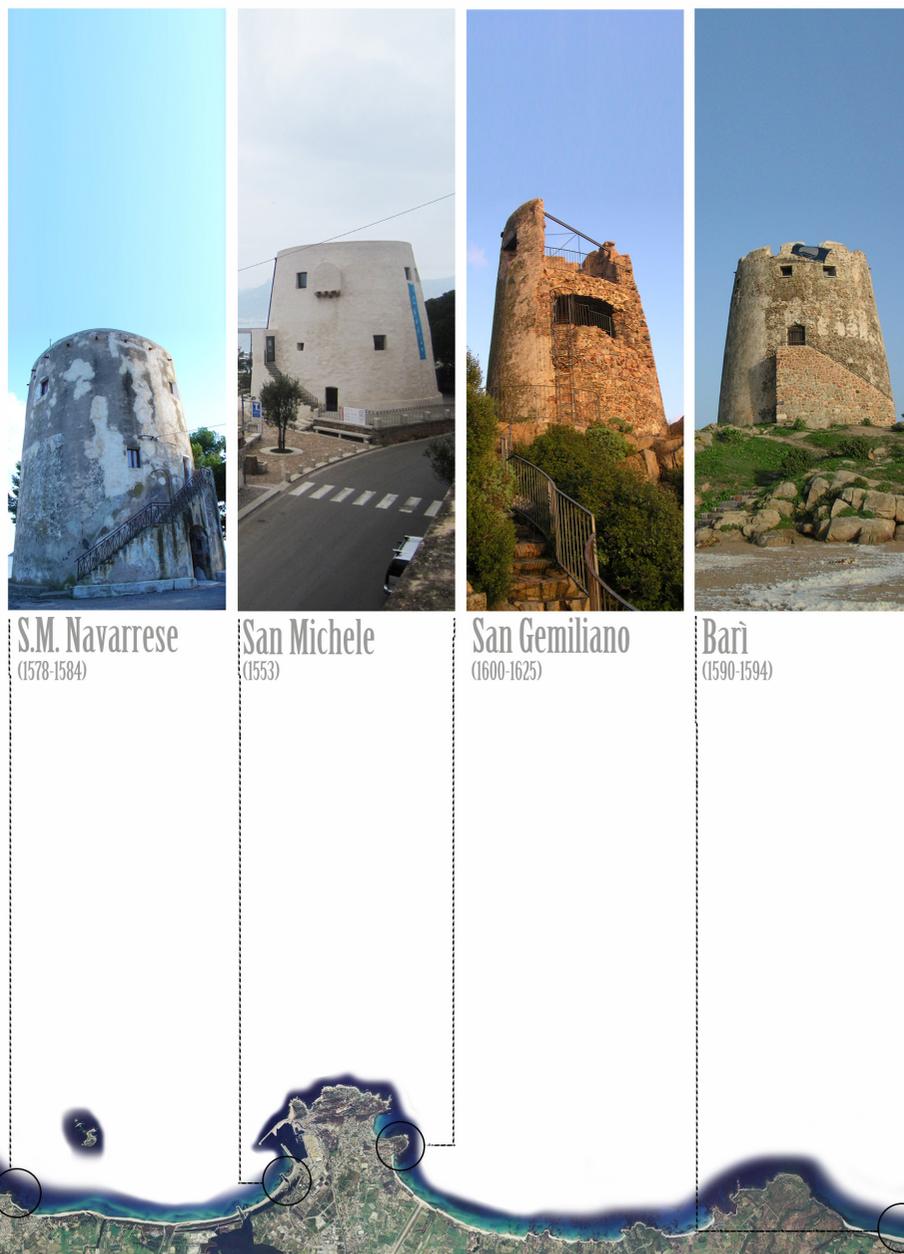


Fig. 54. Areale Ogliastro e localizzazione delle torri in esso incluse.

Note storiche

Il capitano Camos nel suo rapporto del 1572¹⁰⁰ la cita parlando di una torre da costruire su Punta Nera, che doveva distare 4 miglia dall'abitato di Bari¹⁰¹ e 8 miglia dalla torre di Arbatax. Per la sua costruzione si sarebbe dovuto procedere al disboscamento della foresta circostante e impiegare pietra locale, sabbia di mare e calce prelevata dal Monte Santo¹⁰². Secondo il Rassu¹⁰³ fu costruita tra il 1590 e il 1594. Viene citata dalle fonti storiche anche come torre di *Abbari*, di *Sant'Antonio di Bari*, di *Barry*¹⁰⁴. Comunicava visivamente con la torre di S. Gemiliano e di Capo Bellavista a nord, con la vedetta di Capo Sferracavallo a sud¹⁰⁵.

Fin da subito fu coinvolta in eventi bellici: infatti nel 1595 si registra uno sbarco turco proprio in prossimità della torre¹⁰⁶. Compare nella carta del De Vincenti del 1720. Nel 1798 si segnalano dei lavori ad opera del mastro Giovanni Mameli. Un altro consistente intervento si registra anche nel 1830 su progetto dell'architetto Melis. Risulta presidiata fino al 1843¹⁰⁷. Nel 1837 venne scelta come punto geodetico dal Della Marmora¹⁰⁸. Durante la Seconda Guerra Mondiale venne utilizzata come postazione di vedetta¹⁰⁹. Negli anni '60 del secolo scorso fu convertita in civile abitazione e fu per questo realizzata una scala d'accesso con struttura in c.a. e rivestimento lapideo. A un recente intervento si deve invece la nuova copertura "a ombrello" con travi lignee e colonna centrale realizzata al secondo livello.

100 Il rapporto che si menziona è contenuto nell'opera di E. PILLOSU, *Un inedito rapporto cinquecentesco...*, op. cit.

101 Ci si riferisce all'attuale Barisardo.

102 F. FOIS, *Torri spagnole e forti piemontesi della Sardegna...*, op. cit., p. 57.

103 M. RASSU, *Sentinelle del Mare...*, op. cit., p. 137.

104 F. FOIS, *Torri spagnole e forti piemontesi della Sardegna...*, op. cit., p. 57.

105 G. MONTALDO, *Le torri costiere...*, op. cit., p. xx.

106 M. RASSU, *Sentinelle del Mare...*, op. cit., p. 137.

107 Ibidem.

108 F. FOIS, *Torri spagnole e forti piemontesi della Sardegna...*, op. cit., p. 57.

109 M. RASSU, *Sentinelle del Mare...*, op. cit., p. 137.



Fig. 55. La torre di Bari. Foto aerea, volo del 2006. In <http://www.sardegnageoportale.it/webgis2/sardegnafotoaeree/>.

Capitolo 3

Caratteri architettonici e tipologici

L'accessibilità al sito è ottima in quanto si giunge in auto a pochi metri dall'ingresso. Una scala esterna di recente realizzazione consente l'agevole ingresso alla torre, ma l'accesso agli ambienti interni è limitato poiché la torre viene aperta solo occasionalmente per eventi e mostre. È stato pertanto possibile effettuare un rilievo fotografico e fotogrammetrico integrale dell'esterno della torre, mentre per gli ambienti interni, a causa dell'esiguità del tempo di visita, si è condotto un solo rilievo fotografico. I dati dimensionali riferiti agli ambienti interni sono stati dedotti da un rilievo sommario gentilmente fornito dal Comune di Barisardo.

Si tratta di una torre di medie dimensioni, destinata all'avvistamento e alla difesa leggera. Ha forma troncoconica con svasatura media (12%), priva di zoccolatura basamentale, con un diametro alla base di 11,30 m (3 *canne* e 8 *palmi*) e 8,80 m in sommità e ha un'altezza media di circa 11 m (3 *canne* e mezza). L'attuale altezza non corrisponde a quella originaria. La torre infatti, per esigenze d'uso, fu sopraelevata e, in luogo della terrazza originaria, venne ricavato un nuovo vano. Analizzando la discontinuità della tecnica muraria e dei materiali utilizzati, si presume che l'altezza originaria potesse essere di circa 9,5 m.

Il boccaporto è ubicato con orientamento a una quota di circa 4 metri dal suolo. Una scala di realizzazione successiva consente l'accesso a una camera unica, di dimensioni minime (meno di 3,50 m di diametro) priva di aperture. La camera interna ha una superficie ridotta (14 mq), adatta ad ospitare una guarnigione di pochi soldati. Da qui, attraverso una scala realizzata all'interno della muratura, si giunge al secondo livello. Qui l'originaria piazza d'armi è stata profondamente modificata attraverso l'inserimento di una copertura lignea 'a ombrello' con colonna centrale coperta con comuni coppi ceramici. Anche le originarie cannoniere sono state trasformate in comuni aperture.

Tecniche costruttive murarie

L'analisi stratigrafica ha evidenziato una discreta articolazione di fasi costruttive attraverso le quali la torre ha parzialmente cambiato la sua configurazione iniziale. La muratura presenta caratteri complessivamente omogenei e non sembra siano occorse, nei secoli, significative reintegrazioni. È pertanto quasi interamente ascrivibile alla fase di impianto

Fig. 56. Ricostruzione del modello tridimensionale con indicazione dei cantieri e rilievo stratigrafico della torre di Bari.

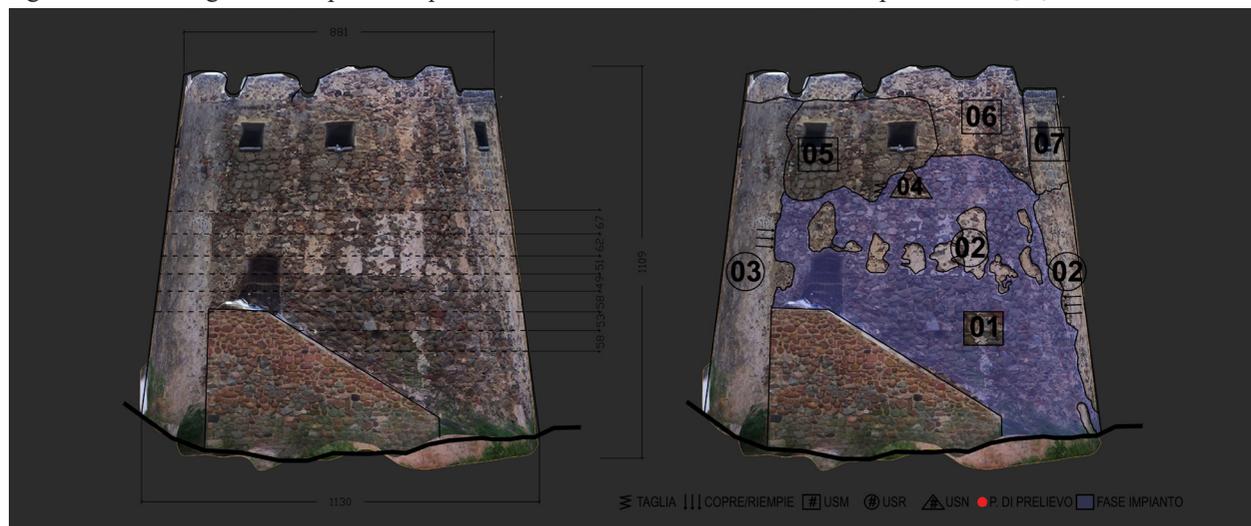
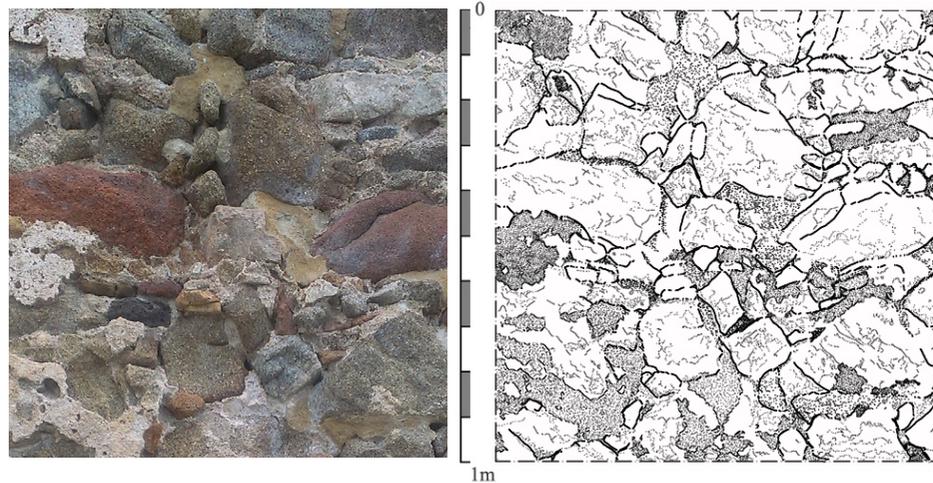


Fig. 57. Campione murario. Fotoraddrizzamento e rilievo architettonico.



(1590-1594). Fa eccezione la parte superiore, frutto di un recente ampliamento, in cui l'originario parapetto è stato sopraelevato con una muratura in blocchi di calcestruzzo. In occasione dello stesso intervento (fine XX secolo) è stata realizzata la nuova copertura lignea 'a ombrello'. Anche la scala esterna è ascrivibile a una fase costruttiva recente (anni '60).

La partitura, che rientra nella tipologia A1, è irregolare, realizzata con tecnica *a cantieri* che assumono uno spessore pressoché costante su tutto il corpo della torre, pari a 47 cm (1,8 *palmi*). È costituita da *pietre rustiche* di dimensione grande e medio-grande (18x34 cm) con un'abbondante presenza di *zeppe* dello stesso litotipo. L'ingranamento è *serrato*. Non si rileva la presenza di filari. La dimensione degli elementi lapidei appare simile al campione acquisito in zona basamentale. Il materiale prevalente è il granito grigio, ma è frequente la presenza di elementi in porfido. Nonostante la torre abbia dimensioni medie, la sezione muraria ha uno spessore ragguardevole che alla quota della camera principale è di 350 cm (1 *canna* e 1 *palm*). A causa del buono stato di conservazione della torre non è stato possibile acquisirne il rilievo.

Il materiale prevalente è un granito con cromie differenti, prevalentemente grigio, con locali inserimenti di elementi lapidei in porfido rosso. L'indagine strumentale evidenzia una buona qualità della malta. Questa presenta un legante da micritico a microspartico, con microfessurazioni generalizzate e ricristallizzazioni secondarie. L'aggregato quarzoso feldspatico di natura granitica è probabilmente riconducibile, per le sue caratteristiche mineralogiche e morfometriche, alla sabbia della vicina spiaggia.

Stato di conservazione

Attualmente la torre si trova in ottimo stato di conservazione fatta eccezione per gli intonaci, quasi interamente distaccati.

Capitolo 3

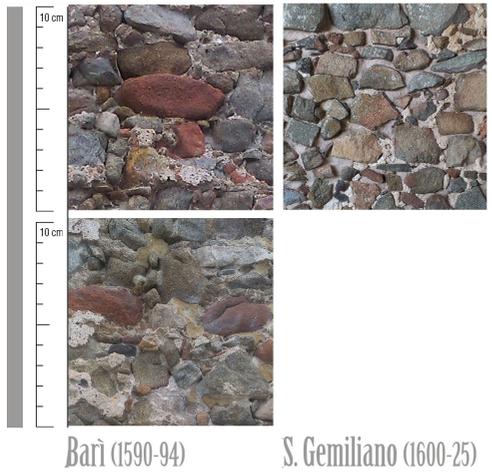
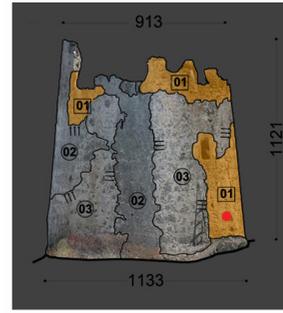
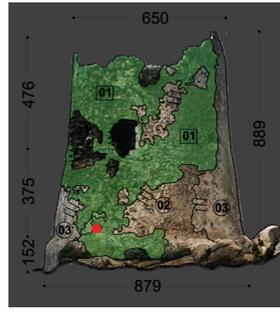
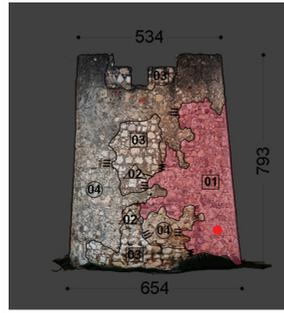
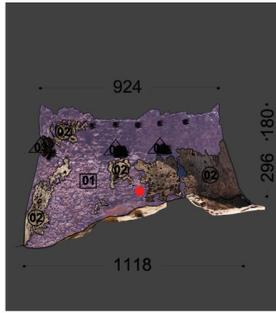


Fig. 58. Confronto fra campioni murari relativi all'areale Ogliastra.

Nella pagina seguente:

Fig.59. Abaco di campioni murari riferiti alle torri individuate come casi studio. Nella parte alta è raffigurato il rilievo stratigrafico delle torri considerate, con evidenziazione della fase di impianto e indicazione dell'area campionata; al centro è il rilievo materico del campione murario corrispondente alle fasi di impianto e, nella parte bassa, l'immagine della sezione sottile in microscopia ottica riferita alla malta della stessa fase.

Rilievo stratigrafico

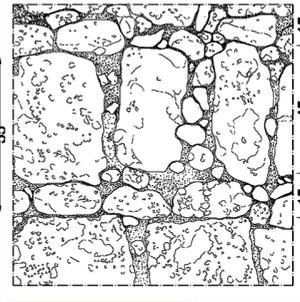
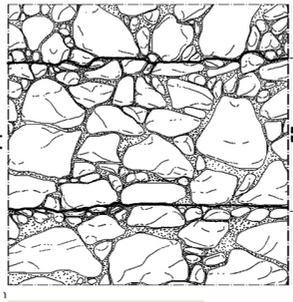
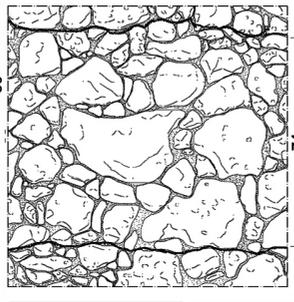
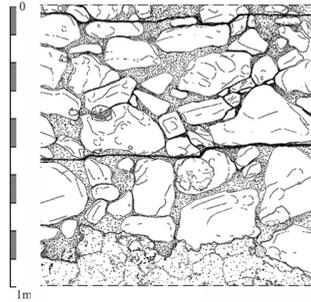


Fase 01 (1548)

Fase 01 (post 1578)

Fase 01 (1578-84)

Fase 01 (1580)



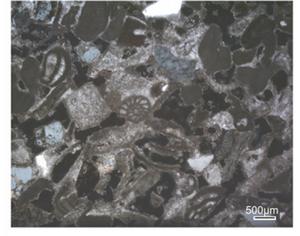
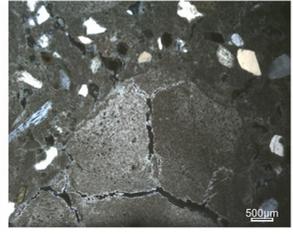
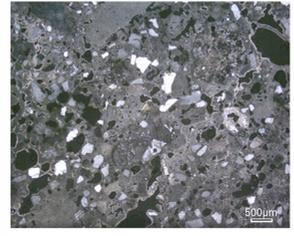
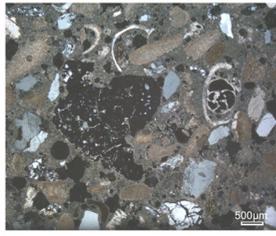
Arenarie

Calcari

Graniti

Andesiti

Sezione sottile



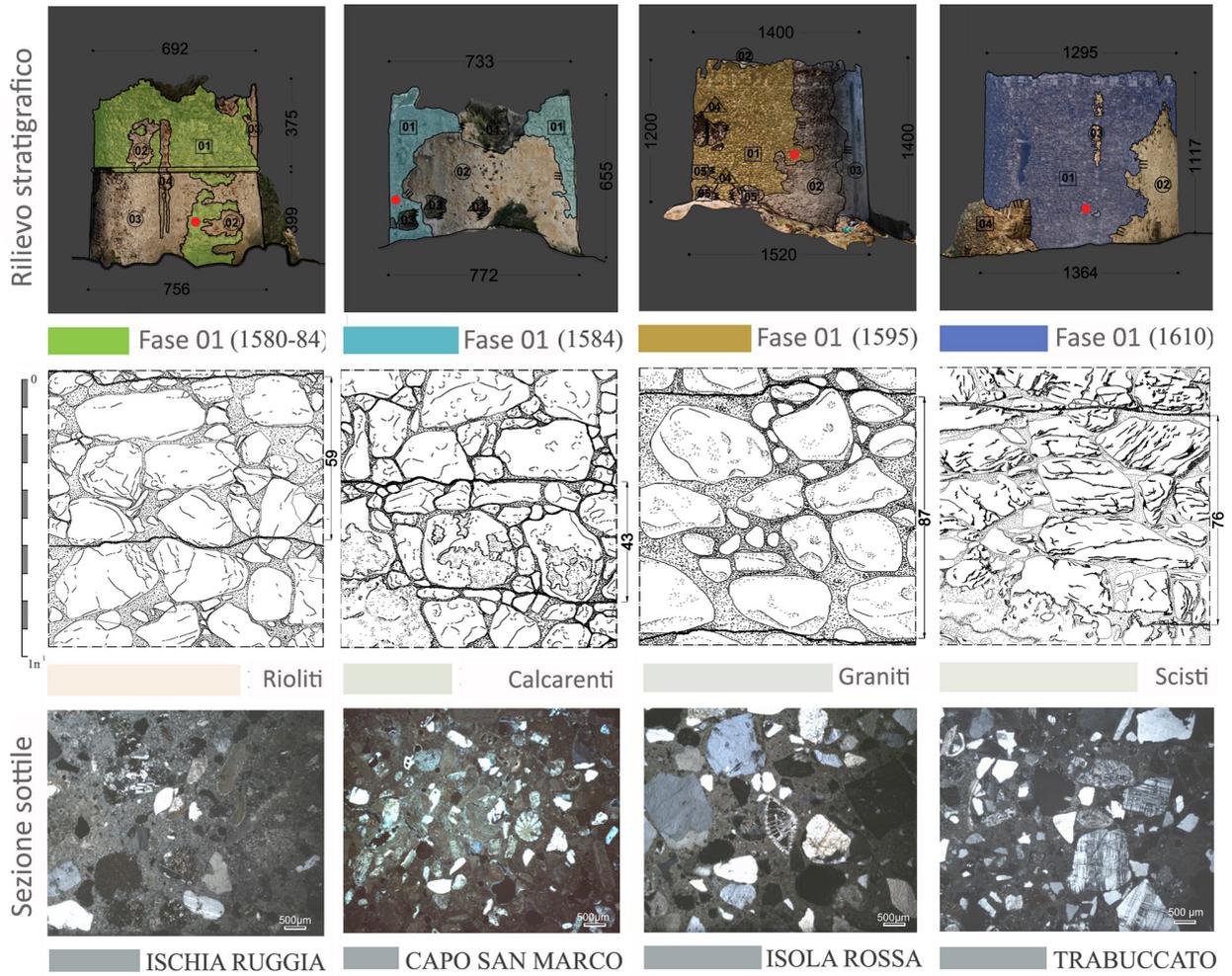
AIRADU

MEZZA SPIAGGIA

PORTO GIUNCO

SAN MACARIO

Capitolo 3



3.3. Riferimenti culturali e scambi di saperi costruttivi in ambito Mediterraneo

1.1.1. Gli altri sistemi di torri nel Mediterraneo

Le analogie tra i sistemi di difesa statica adottati dai vari regni sottomessi alla Corona spagnola rivelano una comune esigenza di fondo cui si tenta di rispondere con misure pressoché analoghe. Ciò che varia è la complessità delle strutture realizzate che riflette il differente livello di ricchezza dei diversi regni e la capacità di individuare le fonti di finanziamento, adattate alle differenti realtà locali¹¹⁰.

Per l'importanza strategica che questi territori rivestivano e per le condizioni sociali ed economiche che ne determinarono la costruzione, le torri **Regno di Napoli** rappresentano un modello di estrema modernità per il quale vennero investite ingenti risorse finanziarie anche da parte di soggetti privati. Il progetto che il Ribera propose inizialmente doveva rispondere ad esigenze di flessibilità d'impiego, solidità ed economicità. Questo 'modulo base' fu adottato su tutto il litorale del Regno con poche varianti tipologiche calibrate rispetto alle differenti esigenze di carattere topografico dei siti¹¹¹ ed alle dotazioni di artiglieria che dovevano sopportare¹¹².

Fu superato il modello della torre a base circolare, adottato precedentemente in epoca angioina e aragonese, perché non rispondente alle esigenze della difesa anticorsara per la quale la perfetta isotropia non trovava necessità d'impiego in quanto non si contemplava un attacco proveniente da tutte le direzioni, ma bensì solo dal mare. Venne così adottata la ben più dispendiosa soluzione della torre troncopiramidale che necessitava di capacità costruttive superiori e per la quale fu messa in campo la ben nota competenza dei migliori ingegneri italiani¹¹³.

La scarpatura, estesa a tutta l'altezza del manufatto contrariamente agli esemplari precedenti che adottavano la tecnica limitatamente alle porzioni basamentali per meglio rispondere ai colpi delle artiglierie, doveva coprire a una duplice esigenza, statica e bellica. Infatti, l'inclinazione delle mura contribuiva ad aumentare la superficie di appoggio del fortilizio e a renderla più solida rispetto alle sollecitazioni dinamiche dovute all'artiglieria, nonché ad allontanare dalla base della torre eventuali aggressori. Le pareti perimetrali erano così «equivalenti a pesanti contrafforti»¹¹⁴ caratterizzati da una svasatura variabile tra il 10 e il 5%¹¹⁵.

Generalmente nelle torri più grandi la cisterna veniva alloggiata nel basamento collegandola al sistema di convogliamento delle acque piovane proveniente dalla copertura, mentre in quelle minori era ricavata nello spessore murario della parte superiore. L'unico accesso, ubicato sempre a circa 6 metri di quota dal piano di campagna, aveva un orientamento variabile e scelto in funzione del sito. Da qui si accedeva a un unico ambiente, di dimensioni variabili tra i 20 e i 70 mq, destinato all'alloggio dei torrieri¹¹⁶. Sulla parete di questo ambiente non era presente alcuna apertura sul lato a mare e una feritoia su ogni fianco¹¹⁷. Il coronamento, realizzato in controscarpa, era

110 G. MELE, *Torri e cannoni...*, op. cit., p. 55.

111 F. RUSSO, *Le torri costiere del Regno di Napoli...*, op. cit., p.160.

112 vi, p. 166.

113 lvi, p. 162.

114 lvi, p. 164.

115 V. FAGLIA, *Tipologia delle torri costiere del Regno di Napoli*, n. 12, Napoli 1975. Citato in F. RUSSO, *Le torri costiere del Regno di Napoli...*, op. cit., p.164.

116 F. RUSSO, *Le torri costiere del Regno di Napoli...*, op. cit., p. 216.

117 V. FAGLIA, *Tipologia delle torri costiere del Regno di Napoli*, op. cit., p. 22.

Capitolo 3

dotato di «troniere sommitali a spatola¹¹⁸». La necessità di ricorrere a materiali reperiti in loco imponeva la realizzazione di murature con caratteristiche tecniche variegata, per cui i progettisti optarono per un sovradimensionamento strutturale. Nel variegato abaco di tipologie murarie, la tipologia architettonica si mantiene quindi pressoché invariata.

Qualora la torre fosse costituita dalla sovrapposizione di più ambienti, le volte a botte di questi erano orientate in direzione ortogonale l'una all'altra in maniera tale da distribuire i carichi sui quattro muri e ridurre il pericolo degli 'sfiancamenti'¹¹⁹. Se questi erano gli elementi comuni del "modulo base", esistevano poi delle varianti in funzione del ruolo¹²⁰ che ciascuna torre assolveva. Una di queste era rappresentata dalla torre troncopiramidale, su pianta quadrata, priva di troniere. Non è dato sapere esattamente quali torri siano state concepite già originariamente senza troniere e in quali invece queste siano state rimosse in occasione di successivi interventi poiché rappresentavano un elemento particolarmente vulnerabile e deperibile¹²¹. In ogni caso questa tipologia si riferisce sempre a torri di modeste dimensioni.

Un'altra tipologia può essere individuata nelle torri troncopiramidali dotate di una sola troniera, sebbene anche in questo caso si possa supporre che siano il frutto di semplificazioni successive. Di scarsa potenzialità difensiva, questa tipologia venne adottata nei siti esposti a un rischio limitato¹²². La tipologia più ricorrente è quella troncopiramidale a tre troniere, variabile fra i 10 e i 16 metri di lato, tanto che potrebbe essere considerata l'archetipo della torre vicereale¹²³, seguita da quella a cinque troniere, detta anche 'torre cavallara', adottata nei siti a più alto rischio e con la più elevata densità abitativa. Decisamente meno frequenti le torri a quattro troniere¹²⁴. Infine meno ricorrenti le torri a doppia altezza, costituite cioè da una parte più elevata rispetto all'altra, adatte al posizionamento sui litorali scoscesi, e quelle 'maggiorate', costruite per giustapposizione di più corpi di fabbrica¹²⁵.

Pur potendo contare sul vicino e valido esempio napoletano, nel **Regno di Sicilia** tanto lo Spannocchi quanto il Colonna optarono per soluzioni tipologiche differenti e meno omogenee. Ciò è forse dovuto alla diversa condizione socio-economica che non avrebbe giustificato l'adozione di una soluzione tanto sofisticata e dispendiosa¹²⁶. Si optò per la tipologia a base quadrata, con basamento troncopiramidale e volume superiore parallelepipedo.

Come già trattato, anche nei regni della **Spagna peninsulare** venne concepito un sistema di torri litoranee. Conosciute con il nome "*almenaras*"¹²⁷, eredità di un passato segnato dalla dominazione araba, queste torri furono chiamate anche "*atalayas*" per la loro

118 Le troniere oblique, a trapezio isoscele, erano dette anche «buttafuochi». Non erano infatti destinate alla difesa piombante, ma avevano bensì una funzione balistica. In Ivi, pp. 202-4.

119 F. RUSSO, *Le torri costiere del Regno di Napoli...*, op. cit., p.164.

120 Dal punto di vista funzionale possono infatti essere classificate in torri a destinazione offensiva, autodifensiva, di avvistamento e segnalazione, alloggiativa. In Ivi, p. 198.

121 Ivi, p. 176.

122 Ivi, p. 178.

123 Ivi, p. 180.

124 Ivi, pp. 182-186.

125 Ivi, pp. 188-192.

126 Infatti nell'isola i villaggi e le coltivazioni erano ubicati in posizione arretrata rispetto alla linea di costa. Pertanto l'investimento su un sistema di difesa molto sofisticato e dispendioso non avrebbe avuto giustificazione.

127 «Recibenelnombre de almenaracuandointeresaresaltarlosfuegos y ahumadasqueencienden; atalayas, lasubicadas en lugar alto; de jábega o de almadraba, lasasociadas a pesquerías; de defensa, lasartilladas». Cfr. R. VALDECANTOS, *Las torres de almenara del litoral de la provincia de Cádiz (lastorres de marina): estudio tipológico y consideracionesterminológicas*. In *Estudios de historia y de arqueologiamedievales*, n. XI, 1996, p. 485.

funzione di vigilanza¹²⁸.

In generale si può affermare che la progettazione delle nuove torri cercò di recepire le innovazioni di carattere militare che caratterizzarono quell'epoca. Infatti, venne ridotta l'altezza per renderle meno vulnerabili rispetto alle nuove artiglierie, si realizzò una scarpatura, talvolta solo basamentale, talvolta a tutt'altezza, e si rinforzarono le strutture per poter rispondere meglio al carico dovuto alle nuove artiglierie ubicate in piazza d'armi. Si trattava di fabbricati di impianto semplice, a base circolare o quadrata, prevalentemente destinati all'avvistamento. Solo raramente vennero concepite delle forme più complesse, destinate a poche torri delegate alla difesa pesante¹²⁹.

Anche le torri iberiche presentano peculiarità architettoniche e tipologiche legate al territorio per il quale vennero realizzate e quindi al regno al quale appartennero. Inoltre, indipendentemente dalle numerose similitudini che si possono evidenziare, le varianti sono dovute anche all'impronta dei diversi progettisti che soprintesero alla loro costruzione. Per le ragioni appena esposte, una trattazione riferita ai diversi territori avrà lo scopo di descrivere meglio la complessità del sistema e le sue diverse declinazioni.

Per quanto concerne le torri della costa dell'**Andalusia**, la forma, i caratteri distributivi, le dimensioni e gli elementi difensivi sono molto variabili, anche in virtù del fatto che furono fondate per volontà regia, signorile, municipale e privata, per quanto uniformate a modelli di mastri o ingegneri della Corona¹³⁰. Occorre precisare che non tutte furono progettate da Malgrat o Livadote. In vari documenti contenenti istruzioni per la loro realizzazione, si parla di fabbricati con base circolare, di forma troncoconica, impostati su una zoccolatura basamentale, con un volume inferiore pieno, che ospitava la cisterna nella quale venivano condotte le acque pluviali raccolte nella terrazza. Su questo volume si impostavano una o due camere voltate, dotate di un'apertura orientata verso il mare, articolate su uno o due livelli, oltre alla piazza d'armi. L'accesso era ubicato sul lato opposto al mare, a una quota variabile fra i 4 e i 7 metri, e raggiungibile attraverso una scala retraibile o, solo nei casi di torri a base quadrata, in muratura e addossata alla facciata. La piazza d'armi, raggiungibile attraverso una scala a chiocciola realizzata nello spessore murario o attraverso una botola zenitale, era dotata di un parapetto per l'artiglieria, continuo, in barbetta, o merlato. La leggera scarpatura era estesa a tutta la torre¹³¹. Le due torri attribuibili a Livadote¹³² presentano tuttavia una pianta quadrata. Le dimensioni del diametro variavano tra i 5 e i 12 metri, esclusa la scarpatura. L'altezza era generalmente compresa tra i 10 e i 17 metri. La proporzione altezza/diametro o altezza/lato è generalmente 2:1 o addirittura 3:1; ciò determina una estrema snellezza, lontana dalla configurazione di torri di altri litorali, più massicce e tozze¹³³.

128 A. CAMARA MUÑOZ, *Los guardianes del mar: fortificaciones, torres y atalayas en la costa valenciana (s.XVI)*. In J. F. VERA (a cura di), *Jornadas del Bicentenario de Torreveja, 1803-2003*. Universidad de Alicante, 2005, p. 218.

129 A. CAMARA MUÑOZ, *Las torres del litoral en el reinado de Felipe II: una arquitectura para la defensa del territorio*, vol. I, op. cit., pp. 59-61.

130 R. VALDECANTOS, *Las torres de almenara del litoral de la provincia de Cádiz...*, op. cit., pp. 487-488.

131 «En 1577, en varias instrucciones que se conservan, se decía que habían que ser redondas, de treinta y cuatro pies de ancho, y asentada sobre una base de treinta y ocho pies que sobresaliera del suelo, debían tener cuarenta y siete pies de alto, con una parte maciza hasta los diez pies, y encima de estancias abovedadas, una encima de otra; las torres debían ser ligeramentes carpadas en su totalidad y no sólo en un tercio de su altura, de manera que en su parte superior el diámetro fuera de treinta pies; en lo alto debían llevar un parapeto para la artillería, debían tener escaleras en el interior (), una ventana en la estancia superior que diera hacia el mar, una chimenea en el mismo aposento, y la puerta de madera forrada de hierro y con tranca en la estancia inferior». Cfr. *ivi*, p. 71.

132 Ci si riferisce alle torri del Rocardillo e di Entre Ríos. Cfr. *ibidem*.

133 VALDECANTOS, *Las torres de almenara del litoral de la provincia de Cádiz...*, op. cit., p. 487.

Capitolo 3

Spostandoci verso il **Regno di Granada**, dato il gran numero di città costiere fortificate, raramente le torri furono deputate alla difesa e dotate di artiglieria. Si trattava prevalentemente di torri «*almenaras*», destinate cioè al solo all'avvistamento¹³⁴, con il compito di trasmettere il segnale di pericolo alle vicine fortezze e quindi rafforzare la rete difensiva, andando ad integrare l'antica rete di torri «*nazarí*». Dal punto di vista tipologico si può osservare la ripetizione di un modello fisso, con poche varianti, al quale dovettero attenersi tutti i mastri incaricati della loro realizzazione. La maggior parte delle torri, chiamate «*ordinarias*», erano costituite da un volume troncoconico leggermente scarpato dotato di pochissime aperture (ingresso e apertura rivolta verso la costa). L'impianto distributivo era quello già noto, con parte basamentale piena sulla quale poggiava la camera principale, voltata, con camino e scale per raggiungere la terrazza. Tra i 7 e gli otto metri di diametro e tra i 10 e i 13 metri di altezza, si trattava, per le ragioni appena esposte, di torri di piccolo calibro¹³⁵.

Nel **Regno di Murcia** la "torre-tipo" presenta l'impronta progettuale dell'ingegnere Gian Battista Antonelli. Si tratta di torri a base circolare, di diametro di 53 piedi, che vanno a rastremarsi di un piede ogni 5 piedi di altezza fino a un'altezza di 15 piedi, corrispondente al volume basamentale pieno. A partire da quella quota il volume che ospitava la camera principale si sarebbe costruito a piombo. L'accesso era realizzato in quota, in corrispondenza dell'innesto tra i due volumi. Una scala a chiocciola, all'interno dello spessore murario, consentiva di giungere alla piazza d'armi¹³⁶.

L'abaco delle tipologie riferito alle torri del **Regno di Valencia** è più variegato. Nella maggior parte dei casi si trattava di torri di piccole dimensioni, destinate all'avvistamento. In generale si costruivano su una base sulla quale veniva costruito il corpo inferiore, pieno e a pianta circolare. Su questo era ubicato l'ingresso al quale si poteva accedere solo attraverso una scala esterna retraibile¹³⁷. All'interno era presente un ambiente voltato, talvolta due, dotati di camino e collegati al piano superiore, la piazza d'armi¹³⁸, attraverso una scala a chiocciola totalmente o parzialmente ricavata all'interno dello spessore murario. Se questo era il modello base della torre *valenciana*, possiamo tuttavia incontrare altre tipologie di torre, comprese quelle a base quadrangolare¹³⁹ o persino esagonale. Pur trattandosi di soluzioni tipologiche già adottate in epoca tardo-medievale, nel XVI secolo vennero introdotti alcuni elementi che testimoniano il processo di transizione delle fortificazioni. Tra questi la scarpatura, che nel resto d'Europa raggiunse la sua massima diffusione già nel XIV secolo, ma venne adottata nella Spagna peninsulare con un certo ritardo, le troniere «*de buzón*»¹⁴⁰, anche queste sviluppatasi tardivamente nel litorale iberico, cannoniere strombate con apertura a sviluppo verticale¹⁴¹.

134 Ivi, pp. 83-84.

135 Ivi, pp. 83-86.

136 CAMARA MUÑOZ, *Las torres del litoral en el reinado de Felipe II: Una arquitectura para la defensa del territorio (y II)*, op. cit., p. 61-62.

137 A. CAMARA MUÑOZ, *Los guardianes del mar: fortificaciones, torres y atalayas en la costa valenciana (s.XVI)*, op. cit., p. 218. L'autrice sostiene che vi sono però delle eccezioni. In alcuni casi l'ingresso è ubicato a terra.

138 «Juan Bautista Antonelli, en su informe sobre esta costa, quecreemos del año 1569, aconsejaboponerartilleríaenlastorresyaconstruidas, para lo cualhabíaqueensanchar la plataforma de maneraquelaspiezas de artilleriatuvieranespaciosuficiente para recular. Eseeensanchamiento se conseguiríahaciéndolesunas 'guirnaldas' sobre canes». In *ibidem*.

139 *Ibidem*.

140 «Poco después se construyentroneras "de buzón", que están formadas por un simple hueco en la parte interior del muro, por el que se introducía la boca del arma, con un abocinamiento hacia afuera. A los primitivos cañones se les denominaba "truenos", por lo que sobra cualquier explicación etimológica. Las troneras de buzón son idénticas a las cañoneras. Se establece la diferencia en que estas últimas son para armas de mediano o gran calibre y aquellas para artillería ligera y de mano». In http://www.castillosdepalencia.es/diccio/dic_t.htm

141 J.L. MÉNENDEZ FUEJO, *Guardianes de la frontera costera. El sistema de torres del Sinus Illicitanus en el siglo XVI*. In *Santa Pola, arqueología y museo*, Alicante 2012.

Anche in **Catalogna** la torre-tipo ha base circolare. É però destinata a sopportare una significativa dotazione di artiglieria e dotata, nel coronamento, di parapetto e “*guirnaldas*”.

Per quanto riguarda le torri delle **Isole Baleari**, un importante contributo per la loro classificazione tipologica è stato dato dallo studio dell’architetto Gonzáles de Chavez¹⁴². Al periodo preso in esame da questo studio appartengono, in ordine cronologico, le torri di tipo C, ossia torri cilindriche, prive di scarpatura, sempre massicciate, con accesso sopraelevato, camera circolare e terrazza con balaustra semplice, con frequente presenza di una feritoia sulla porta di accesso. La datazione di queste torri è compresa tra il 1542 e il 1684. Seguono le torri di tipo B, la cui costruzione è documentata tra il 1564 e il 1681. Si tratta di torri a pianta circolare, costituite da un volume unico, troncoconico, dotate di accesso sopraelevato. Le torri iscritte dal Chaves nei tipi A e D presentano caratteristiche molto simili fra loro. Sono entrambe caratterizzate da un basamento troncoconico e un volume superiore cilindrico all’interno del quale si trova una camera voltata. L’accesso è sempre sopraelevato e protetto da una feritoia superiore. La loro costruzione è documentata dal 1575 al 1616. Infine le torri di tipologia F e G, sempre molto simili fra loro, hanno sempre forma troncoconica, ma dimensioni molto maggiori per sopportare un maggior carico dovuto all’artiglieria. I primi esemplari risalgono all’inizio del XVII secolo, ma questa tipologia verrà adottata anche nelle costruzioni del secolo successivo¹⁴³.

Dal punto di vista distributivo, lo schema adottato nelle torri delle isole Baleari è conosciuto: si sviluppa in tre livelli con funzione differente, talvolta separati con modanature visibili all’esterno. Il livello basamentale, pieno di terra e pietrame sciolto, ospita il deposito delle munizioni, il magazzino e in alcuni casi la cisterna¹⁴⁴. Il corpo intermedio ospitava un grande ambiente voltato che si utilizzava sia come camera che come magazzino e ospitava la guarnigione¹⁴⁵. L’accesso avveniva a una quota sopraelevata e vi si giungeva attraverso una scala retraibile¹⁴⁶. L’ultimo livello, infine, ospitava la piazza d’armi, cinta da un parapetto perimetrale merlato¹⁴⁷.

Analizzando le torri del **Granducato di Toscana** emerge una casistica tipologica piuttosto variegata. Sono infatti presenti torri a pianta quadrata, circolare o poligonale. Lo sviluppo in altezza delimita una parte basamentale con muratura scarpata di spessore

142 In J. GONZÁLEZ DE CHAVES ALEMANY, *Fortificaciones costeras de Mallorca*, Palma 1983, viene stilata una classificazione tipologica attraverso una dettagliata documentazione e catalogazione delle torri presenti sull’isola di Mallorca, arricchita da un corredo grafico eccezionale..

143 G. ROSSELLÓ BORDOY, *Architettura difensiva versus cartografia ottomana...*, op. cit., pp. 469-472.

144 «*Estos distintos ámbitos aparecieron bien delimitados por diferentes tabiques. El polvorín poseía un respiradero en zig-zag que impedía la entrada de granadas de mano. El acceso a los polvorines se podía realizar bien mediante una escalera de caracol, a partir de peldaños adosados en el muro de la torre (Castellot de Santa Ponça) o bien mediante un pozo, donde se ubicaba una escalera de madera, que podía retirarse en caso de necesidad. Las estancias de la planta baja podían tener una cubierta plana soportada por una bóveda de medio punto o bien un entramado de vigas. Éste es el caso del Castellot de Santa Ponça y la desaparecida torre de las Islas Malgrats*». Cfr. AA.VV., *Calviá. Patrimonio cultural*, vol. 2, Palma 2011, pp. 613-614.

145 «*En ella se alojaba la guarnición y había un espacio destinado al fuego para cocinar, con una chimenea y la puerta de entrada a la torre. La estancia de la planta media tiene una cubierta de bóveda de medio punto, que en su cenit o clave presenta un mínimo de 2 m de altura*». Cfr. ibidem.

146 «*El acceso se realizaba mediante una puerta, que podía tener un forro metálico, ubicada a media altura de la torre. Esta puerta resulta accesible sólo con una cuerda o escalera, que se arrojaba desde el interior. Su ubicación permitía la defensa del torrero en caso de desembarco enemigo, una vez que éste había enviado las señales pertinentes*». Cfr. ibidem.

147 «*Por encima de la planta intermedia se situaba la plataforma de fuegos, donde se encendía el fuego para hacer señales luminosas de noche o de humo durante el día. Mediante este tipo de señales, las diferentes torres se comunicaban entre sí. Generalmente, siempre había un fuego encendido para mostrar normalidad. En caso de peligro, se encendía una pequeña hoguera por cada barco avistado hasta un máximo de diez, en cuyo caso se hacía una hoguera más grande, de tipología alargada*». Cfr. ibidem.

Capitolo 3

consistente, sormontata da uno, due o tre livelli culminanti con una terrazza. La parte basamentale è piena e ospita la cisterna per la raccolta dell'acqua piovana. L'ingresso avviene al primo livello attraverso una scala esterna in muratura sulla cui sommità era collocato un piccolo ponte mobile in legno. Tale scala talvolta è addossata al corpo della torre, più frequentemente è distaccata e posizionata in direzione ortogonale. I piani superiori, costituiti da un unico vano voltato e collegati fra loro attraverso scale lignee o in muratura, erano destinati all'alloggio della guarnigione. Talvolta compaiono nel vano unico dei ballatoi lignei destinati al giaciglio dei soldati. La terrazza soprastante ospitava il servizio di vigilanza e la batteria. Le aperture sono di dimensioni ridotte, deputate prevalentemente all'avvistamento e per questa ragione rivolte verso il mare e, lateralmente, verso la costa¹⁴⁸.

Le proporzioni fra i diversi volumi non variano significativamente. Generalmente nelle torri a base quadrata il rapporto fra base e altezza è circa 1:2, con lato di base che varia tra 8 e 10 m. e l'altezza che raggiunge 15- 20 m. La consistenza delle torri a pianta circolare non varia significativamente.

Le nuove torri dello **Stato dei Presidi di Toscana** adottarono un modello costruttivo con criteri strutturali e dimensionali omogenei, che rispondesse alle esigenze imposte dall'installazione delle artiglierie. La tipologia prescelta fu più simile a quella adottata nello Stato Pontificio che nel Regno di Napoli¹⁴⁹. Fatta eccezione per due torri, le restanti hanno pianta quadrata con basamento troncopiramidale sormontato da un corpo parallelepipedo, con apparato a sporgere di tipo continuo o più frequentemente piombatoie impostati su mensole o beccatelli. Il rapporto fra altezza e larghezza è di circa 2 a 1. Lo schema distributivo interno è molto semplice, articolato in tre livelli costituiti da ambienti unici e voltati connessi attraverso una scala a chiocciola: al primo livello è ubicata la cisterna, al secondo gli alloggi dei torrieri e al terzo la batteria¹⁵⁰. L'ingresso è ubicato in quota, in corrispondenza del secondo livello. Una peculiarità delle torri dello Stato dei Presidi è rappresentata da piccoli recinti a coda di rondine che serrano la rampa d'accesso¹⁵¹. Probabilmente l'adozione di un modello meno sofisticato e dispendioso rispetto a quello scelto per le torri del Regno di Napoli è giustificato da ragioni di tipo sociale e strategico. La minore densità di popolazione dei villaggi costieri dello Stato dei Presidi rendeva, infatti, poco "appetibili" i litorali toscani, giustificando un minor investimento per la realizzazione delle torri¹⁵².

Nello **Stato Pontificio** è leggibile un'impronta tipologica comune: il basamento scarpato, troncopiramidale, separato attraverso un toro dal volume superiore, parallelepipedo. Il numero di livelli è variabile da 1 a 5. Beccatelli, mensoloni o una cornice coronano la parte superiore della torre. Le dimensioni indicate dal Guglielmotti sono 10 metri per la base e 20 per l'altezza, sebbene poi i manufatti presentino dimensioni più variabili (dai 12-13 metri delle torri più piccole ai 30 di quelle maggiori)¹⁵³.

Anche le torri costiere di **Malta** replicano una tipologia e uno schema distributivo piuttosto comune nella penisola italiana. Presentano una base quadrata, con volume inferiore scarpato in cui è alloggiato il magazzino al quale si giunge attraverso un foro realizzato nel pavimento. Le camere destinate alla guarnigione sono al secondo livello, accessibili attraverso una scala esterna. L'ultimo livello, a terrazza, ospita l'artiglieria¹⁵⁴.

148 R. MANETTI, *Le torri costiere del litorale toscano. Loro territorio e antico ruolo di vigilanza costiera*, Firenze 1991, p. 14.

149 F. RUSSO, *La difesa costiera dello Stato dei Reali Presidi di Toscana dal XVI al XIX secolo*, op. cit., p. 95.

150 F. RUSSO, *La difesa costiera dello Stato dei Reali Presidi...*, op. cit., pp. 45-46.

151 Ibidem.

152 Ibidem.

153 V. FAGLIA, *La difesa anticorsara in Italia dal XVI secolo*, In *Castella*, n.10, Roma 1974.

154 C. STEPHENSON, *The fortification of Malta...*, op. cit., p.388.

In conclusione, fra i sistemi turriti analizzati quelli che rivelano maggiori similitudini con il sistema sardo sono, come atteso, quelli iberici che, pur presentando una maggiore eterogeneità nell'assetto distributivo, evidenziano caratteri tipologici affini. La prevalenza, in riferimento alla Sardegna, di interventi promossi su iniziativa pubblica rileva una sostanziale differenza con altri sistemi di torri, come per esempio quelli del Regno di Napoli, in cui molte fabbriche si realizzarono su iniziativa privata. Questo aspetto, che dichiara indirettamente la marginalità dell'Isola dal punto di vista economico, si traduce nell'adozione di un modello militarmente obsoleto e nettamente meno dispendioso. Non stupisce, in questo quadro, l'affinità con il modello iberico, i cui apparati non costituivano, certamente, la prima linea di difesa contro il nemico e non avrebbero giustificato, conseguentemente, un eccessivo dispendio di risorse pubbliche e, tantomeno, private.

Fig.60. Mappa del Mediterraneo con l'indicazione del numero di torri edificate nel XVI-XVII secolo con l'indicazione della tipologia prevalentemente adottata nei vari areali.





3.3.2. Il caso della Corsica

Fig. 61. Le torri corse oggetto di studio nel sud della Corsica.

L'inevitabile importanza strategica delle due isole, crocevia di rotte commerciali e militari, e la loro scarsa difendibilità, resero queste terre ugualmente vulnerabili ai frequenti attacchi provenienti dal mare, rendendone necessaria la difesa costiera. Le numerose analogie di ordine geografico, paesaggistico, storico e socio-economico che caratterizzano i contesti in cui i due sistemi difensivi furono concepiti, si esprimono anche attraverso similitudini geometriche e tipologiche significative. Tali considerazioni suggeriscono la tesi, confortata anche dalle fonti storiche¹⁵⁵, che fra le due isole ci siano stati tradizionalmente reciproci scambi e contaminazioni culturali, anche con scambi di maestranze e, conseguenti, nuove assimilazioni di saperi e modalità costruttivi. Il prodotto di rapporti è tanto più apprezzabile in ambiti geografici vicini, cioè, sulla sponda meridionale della Corsica e su quella settentrionale della Sardegna. Per questa ragione, si è scelto di estendere l'analisi ai fortificati costieri edificati lungo il tratto di costa compresa tra il Golfo di Sant'Amanza a Campomoro. L'approfondimento ha riguardato, naturalmente, tanto il profilo architettonico e tipologico quanto le tecniche costruttive, nello specifico murarie, per consentire agevoli e vevoli confronti con i dati sistematizzati sul repertorio sardo.

Anche in Corsica, come in Sardegna, la penuria di risorse materiali e demografiche, indispensabili per garantirne l'inespugnabilità, e la posizione evidentemente subordinata delle due isole rispetto allo stato centrale si tradusse in una costante ristrettezza economica, continuamente ribadita anche nelle fonti d'archivio. Tali condizioni, comuni quindi alle due isole, unite alla necessità di brevi tempi di realizzazione, hanno prodotto una serie di scelte progettuali che hanno influenzato, seppur con diverse sfumature, forma, materiali e tecniche di posa in opera delle strutture difensive costiere determinando, in entrambi le regioni, il ricorso a soluzioni tecniche e architettoniche di lunga tradizione costruttiva e difensiva, e poco sofisticate.

Edificate in gran parte tra il primo e il secondo decennio del '600, spesso concepite dal medesimo soprintendente o capomastro¹⁵⁶, le torri corse presentano una apprezzabile omogeneità dal punto di vista geometrico, tipologico e dimensionale e una maggiore regolarità nelle proporzioni volumetriche rispetto al patrimonio sardo. I disegni di archivio documentano, con dovizia di particolari, il repertorio di soluzioni compositive

155 M. RASSU, *Sentinelle del mare*, op. cit.

156 A.M. GRAZIANI, *Les tours littorales*, Ajaccio 1992.

adottate¹⁵⁷, rivelando un gusto architettonico più vicino alla realtà sarda e alla Spagna peninsulare che al contesto ligure. Fatta eccezione per le torri di Caldarelo e Campomoro, infatti, si tratta perlopiù di piccoli fabbricati, destinati prevalentemente alla vigilanza (avvistamento), la cui forma più ricorrente è quella costituita da un volume cilindrico impostato su un basamento troncoconico, secondo gli antichi modelli angioini (II metà XIII-XIV sec.); i due volumi sono generalmente separati da una cornice con sezione a toro¹⁵⁸. Anche qui la scelta della forma è da imputare quindi al costo di realizzazione molto inferiore rispetto a una torre a pianta quadrata della medesima superficie. Il loro dimensionamento contenuto discende dalle prioritarie esigenze di avvistamento che esse furono chiamate quasi esclusivamente a svolgere¹⁵⁹.

Infatti, si può evidenziare una ricorrente relazione dimensionale fra i due volumi che determina un'apprezzabile snellezza nelle torri di piccole e medie dimensioni, destinate prevalentemente all'avvistamento; al contrario, si riscontra una significativa robustezza nelle torri maggiori, destinate alla difesa (sbarramento), su modello degli schemi quattrocenteschi di matrice aragonese. Nelle torri più piccole il volume cilindrico ha un'altezza maggiore di due palmi¹⁶⁰ rispetto al diametro di base, mentre il diametro interiore della camera principale è equivalente all'altezza del volume troncoconico¹⁶¹. E' questo il caso delle torri di Roccapina e Sponsaglia, in cui il volume basamentale raggiunge un'altezza media compresa tra 4,5 e i 5,5 m. Nelle torri maggiori, destinate alla difesa pesante, come già detto, si evidenzia una relazione proporzionale differente tra diametro e altezza che conferisce una configurazione più tozza. Si arriva a un diametro di circa 17 metri e un'altezza totale di poco inferiore¹⁶².

Lo schema distributivo interno si ripete, pressoché invariato nei due territori: il volume basamentale troncoconico è pieno e generalmente ospita la cisterna e il magazzino. L'accesso alla torre avviene in corrispondenza della cornice di separazione tra i due volumi, a una quota di 5-6 metri. Da qui si accede alla camera principale, nella quale si svolgeva la vita dei torrieri, generalmente, nell'unico ambiente voltato sistemato al primo piano. Il livello superiore, calpestabili per realizzarvi la piazza d'armi, era destinato all'artiglieria e caratterizzato dalla presenza di numerose cannoniere¹⁶³.

L'areale analizzato coincide con un contesto geolitologico relativamente omogeneo, dominato dai graniti. Il litotipo più diffuso è il leucogranito, presente nelle torri di Olmeto, Senetosa, Roccapina e Campomoro, ma compaiono anche monzograniti e granodioriti riferiti alle torri di Santa Amanza, Sponsaglia e Caldarelo. Ne consegue una discreta ricorrenza anche nell'assortimento delle pezzature degli elementi lapidei utilizzati e nelle tipologie murarie¹⁶⁴. Le murature analizzate sono costituite da *pietre*

157 P.R. ALTAMURA, *Torri costiere della Corsica del sud*, Tesi di laurea, Facoltà di Architettura, Università degli Studi di Firenze, aprile 2014, p. 50.

158 S. MURRU, *Cerdeña y Córsega: intercambios de saberes constructivos en la fabricación de las torres costeras*. In S. HUERTA, F. LÓPEZ ULLOA (a cura di), *Actas del Octavo Congreso Nacional de historia de la construcción, Madrid x-x ottobre 2013*, Madrid 2013, vol. 2, p. 760.

159 P. R. ALTAMURA, *Torri costiere del sud della Corsica*. In *Castellum*, Roma 2015, n. 56, pp. 62-63.

160 Ci si riferisce al «palmo genovese» citato anche come «palmo di canna» adottato dopo il 1100, equivalente a 0,247760 metri, costituiti da 10 «once del piede comune». Cfr. P. ROCCA, *Pesi e misure antiche di Genova e del Genovesato*, Genova 1871.

161 S. MURRU, *Cerdeña y Córsega...*, op. cit., p. 760.

162 S. MURRU, *Investigating 500-year-old coastal towers in Sardinia and Corsica: a multi-disciplinary research protocol*. In: W. ADDIS (a cura di), *Proceedings of the ICE – Engineering History and Heritage*, 167:2, 2014, pp. 88-99.

163 La terrazza di forma circolare non consentiva la presenza di più di due bocche da fuoco. Per ovviare alla difficoltà di posizionamento in un ambiente circolare, «i cannoni per la difesa costiera con canna molto più lunga dell'ordinario, erano montati su un affusto a ruote che, come nelle navi, scorreva su un pavimento ben livellato» Cfr. P. R. ALTAMURA, *Le torri costiere del sud della Corsica*, op. cit., p. 63.

164 S. MURRU, *Cerdeña y Córsega...*, op. cit., p. 760.

Capitolo 3

rustiche appena sbazzate solo sulla faccia esterna, di dimensioni medie (20x25x18cm) e medio-piccole (10x4x5cm). Elementi lapidei più grandi (40x20x30cm) sono dislocati episodicamente su tutto il paramento con un progressivo diradamento, man mano che si procede verso la parte alta della torre¹⁶⁵. Gli interstizi sono colmati da elementi lapidei più piccoli, *zeppe* e *scaglie*, o da frammenti di laterizio e conferiscono alla tessitura un ingranamento serrato.

Anche in questo caso è stata adottata la tecnica *a cantieri* con spessori pressoché costanti che si attestano intorno ai 55-60 cm, l'equivalente di 2-2.5 palmi. All'interno del cantiere si individua una disposizione ordinata in fasce sub-orizzontali con una concentrazione dei volumi maggiori alla base del cantiere. I giunti sono di spessore variabile, ma complessivamente ridotto.

A differenza delle torri sarde, nelle torri corse si è rilevata la frequente presenza di buche pontai. Questo aspetto può fornire indicazioni sulla caratterizzazione funzionale di queste torri, probabilmente concepite per il solo avvistamento, senza la preoccupazione di attacchi da terra. Queste, di dimensione piuttosto regolare (15x15 cm), risultano disposte in corrispondenza del limite tra due cantieri con un interasse variabile¹⁶⁶. Un esempio significativo è rappresentato dalla torre di Roccapina in cui l'assenza totale di intonaci consente un'agevole lettura della collocazione e dimensione dei fori. Grazie allo stato di avanzato degrado, nelle torri di Sant'Amanza e Sponsaglia è stato possibile acquisire interessanti informazioni circa la sezione muraria. La tecnica di apparecchiatura è sempre *a sacco*, con spessori variabili in funzione del ruolo e delle dimensioni del fortilizio compresi tra i 5-6 palmi (124-148 cm) delle torri minori e gli 11 palmi (circa 270 cm) di quelle più grandi. Nel volume basamentale lo spessore è maggiore (8-9 palmi, 198-223 cm) e il paramento esterno risulta inclinato per garantire l'andamento

165 P.R. ALTAMURA, *Torri costiere della Corsica del sud*, op. cit., pp. 83-91.

166 Nella torre di Sant'Amanza l'interasse è di circa 200 cm.



Fig. 62. Schema di sezione di una torre corsa non identificata. In ASG, Corsica, Turrium, 887.

scarpato. Le facce interne degli elementi lapidei sono, come sempre, irregolari ed è frequente l'inserimento di *morse*, al fine di garantire un miglior ammassamento tra il paramento e il nucleo. Quest'ultimo risulta composto da pietrame irregolare e minuto, derivato da scarti di lavorazione apparecchiato con abbondante malta di granulometria grossa a base di calce aerea¹⁶⁷. Le malte, analizzate solo dal punto di vista macroscopico, mostrano spesso un aggregato a granulometria elevata, risolvibile a occhio nudo, e una consistenza da friabile a incoerente.

Per concludere, questo interessante parallelo, che ha messo in luce numerose analogie tra i due sistemi, apre il campo a successivi approfondimenti tesi a comprendere se tali analogie si esauriscono nei limiti di uno scambio locale ed episodico o se si tratti, piuttosto, di un fenomeno diffuso, inquadrato in una più generale influenza di matrice spagnola sulle tecniche costruttive in essere nelle due isole.

167 P.R. ALTAMURA, *Torri costiere della Corsica del sud*, op. cit., pp. 83-91.

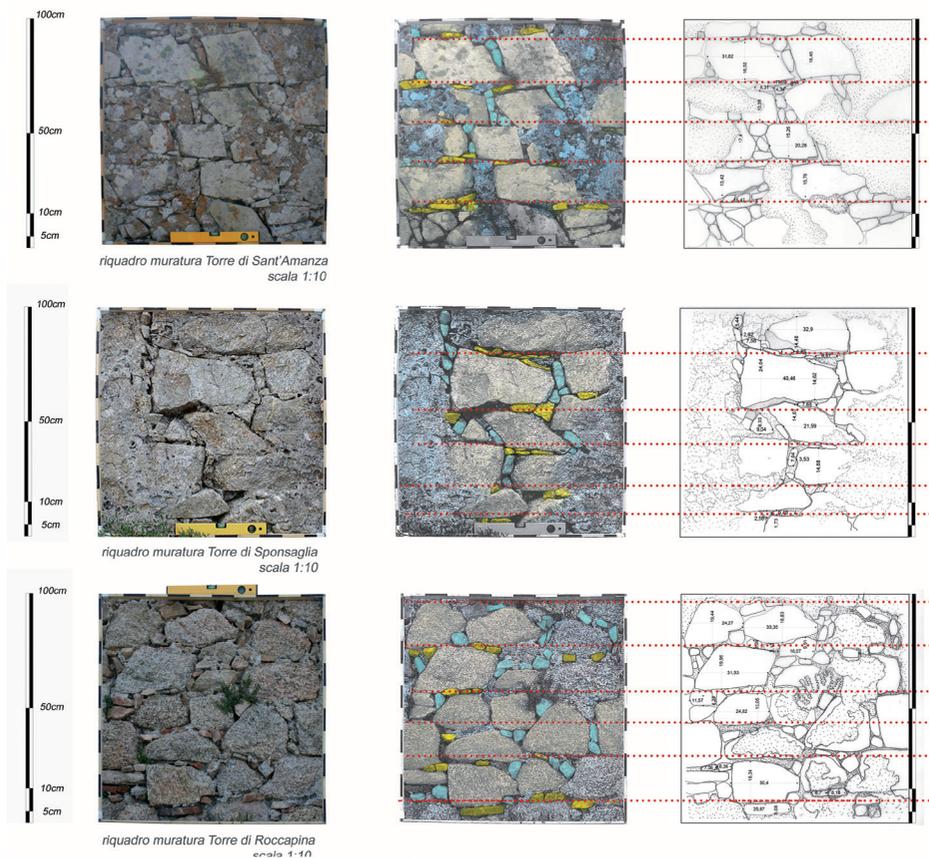


Fig. 63. Studio di campioni murari riferiti alle torri di Sant'Amanza, Sponsaglia e Roccapina. Rilievo e restituzione: P.R. ALTAMURA.

4

LE TORRI COSTIERE DELLA SARDEGNA OGGI

PARTE II

4. LE TORRI COSTIERE DELLA SARDEGNA OGGI

Come già accennato al paragrafo 1.5 della Parte I, in seguito alla seconda Guerra Mondiale si è assistito al progressivo abbandono del sistema difensivo costiero sardo che aveva ormai perduto la sua secolare funzione. Diversi furono, a questo punto, i soggetti che ne rivendicarono la proprietà, tanto che dal punto di vista amministrativo si definì un quadro davvero complesso ed eterogeneo, tuttora in costante evoluzione.

Da un'indagine svolta su incarico dell'Agenzia regionale Conservatoria delle coste¹, confluita all'interno della scheda anagrafica del database illustrato al paragrafo 2.2, si apprende, infatti, che il regime di godimento appare a tutt'oggi molto variegato con una conseguentemente molteplicità di soggetti preposti alla tutela e conservazione di questi manufatti. Infatti, una discreta percentuale è inclusa nel Demanio della Regione Autonoma della Sardegna ed è perlopiù gestita dall'Agenzia regionale Conservatoria delle coste (circa un 18%); numerosi sono i manufatti ricadenti nel Demanio dello Stato nei suoi diversi Rami (circa il 43 %); poche sono gestite direttamente dai Comuni (circa l'8 %) e alcune risultano di proprietà privata (15 %). Spesso non c'è corrispondenza tra la proprietà per l'area e per il fabbricato e, in alcuni casi, sono in corso delle cause di accertamento. Numerosi sono anche i casi in cui i fortificati non risultano censiti al catasto fabbricati. La molteplicità di soggetti preposti alla tutela delle torri rappresenta un elemento di estrema criticità per la loro conservazione. La conseguenza più evidente è l'eterogeneità di approcci non solo tecnici, ma anche culturali, agli interventi di restauro

¹ L'elaborato "Database georeferenziato contenente informazioni circa i caratteri morfologici, le tecniche costruttive e i fenomeni di degrado delle torri appartenenti al sistema difensivo costiero della Sardegna" è stato prodotto nell'ambito dell' Accordo procedimentale stipulato tra l'Agenzia e l'Università di Cagliari per lo sviluppo del programma di ricerca "Strumenti metodologici per la riqualificazione ed il restauro conservativo del patrimonio regionale relativo al sistema difensivo costiero e al sistema di segnalazione marittima della Sardegna".



Fig. 01. A sinistra, Torre Grande di Oristano.

Fig. 02. A destra, la torre di Santa Maria Navarrese.

e di manutenzione, e la mancanza di una visione unitaria del sistema e della sua conservazione.

In linea generale si può affermare che gli interventi di restauro siano stati prioritariamente orientati verso quelle torri che, presentando un livello di accessibilità più elevato e dimensioni considerevoli, risultavano idonee a un'eventuale rifunzionalizzazione e non comportavano particolari criticità nella fase di accantieramento. Si pensi a fabbricati ubicati all'interno di centri urbani, come la torre di San Michele ad Arbatax o la Torre Grande ad Oristano che, per la loro favorevole posizione, la rilevanza e le caratteristiche dimensionali, hanno rivestito, anche dopo la loro ufficiale dismissione nel 1843, un importante ruolo e si sono prestate ad ospitare nuove funzioni.

Negli altri casi si è trattato perlopiù di interventi puntuali, spesso mossi da esigenze contingenti, non inquadrati in una visione unitaria e sistemica, in cui si possono però notare alcune tendenze progettuali ricorrenti riconducibili al periodo storico in cui gli interventi sono stati concepiti.

Le esigenze imposte dalla rifunzionalizzazione, perlopiù nella prima metà del XX secolo, hanno determinato, in alcuni casi, una profonda trasformazione anche sotto il profilo tipologico e dimensionale o hanno comportato l'inserimento di dotazioni impiantistiche o di sistemi di collegamento verticale con caratteri contemporanei. In molti casi l'altezza è stata modificata attraverso la sopraelevazione del parapetto, come nella torre di Santa Maria Navarrese, o mediante la costruzione di nuovi volumi alla quota dell'antico lastrico per ottenere nuovi spazi abitabili, come nel caso della Gran Torre di Oristano o della torre di San Giovanni di Sinis a Cabras.

Gli interventi degli anni '70, '80 e '90 del secolo scorso sono caratterizzati da un abuso delle malte a base cementizia, sia per le opere di consolidamento che per la risarcitura dei giunti o per il rifacimento degli intonaci. Si citano a titolo di esempio i restauri sulle torri di Porto Torres, di San Giovanni di Sàrrala a Tertenia, Torre Grande a Oristano, di Porto Corallo a Muravera. Sono ascrivibili allo stesso contesto cronologico anche pesanti interventi di ricomposizione statica delle murature, irrispettosi della tecnica costruttiva.



Fig. 03. A sinistra, la torre di San Michele ad Arbatax..

Fig. 02. A destra, la torre di Porto Torres.



A sinistra:
Fig. 05. La torre di Foxi a Quartu S.Elena.
Al centro:
Fig. 06. A destra, la torre di Porto Torres.
A destra:
Fig.07. La torre di Flumentorgiu.

va muraria e degli aspetti materici. È questo il caso della torre di Foxi a Quartu S.Elena o della torre di Mezza spiaggia a Cagliari in cui le significative reintegrazioni, di notevole estensione e con tecniche e materiali incompatibili con l'apparecchio originario, hanno profondamente alterato la tessitura del paramento esterno.

Una maggiore attenzione per le caratteristiche materiche, tecniche e tecnologiche del fabbricato si rileva negli interventi più recenti (XXI secolo), in cui è più frequente l'impiego di malte tecnologicamente più compatibili e una maggiore attenzione per le tecniche costruttive storiche. Talvolta però le esigenze di attualità espressiva e di distinguibilità dell'intervento di restauro hanno condotto a scelte progettuali estreme, producendo risultati poco soddisfacenti. Frequente è, infatti, anche negli interventi più recenti, il ricorso al "sottosquadro" o a reintegrazioni allineate al filo interno dell'antica cortina, per sottolineare l'intervento trascurando la tessitura muraria. In alcune torri è stato eccessivamente accentuato, come nel caso della torre di Flumentorgiu, in cui si è giunti a un discutibile risultato.

A questi ultimi decenni si riferiscono anche interventi di restauro più articolati e sistematici, che hanno interessato un significativo numero di torri e sono caratterizzati da una visione più ampia e da una impostazione progettuale univoca. Si citano a questo proposito gli interventi promossi dalla Soprintendenza di Sassari e Nuoro che hanno interessato diverse torri dell'areale Bosa-Tresnuraghes, e dalla Agenzia regionale Conservatoria delle coste, relativo a 9 torri appartenenti al Demanio regionale concentrate nell'areale Chia-Teulada e nell'Oristanese².

L'Agenzia regionale sopra menzionata ha inoltre attivato una serie di progetti orientati alla tutela e alla conservazione del sistema di torri costiere. Si segnala fra questi il progetto FOR ACCESS - Accessibilità sostenibile e gestione comune delle fortificazioni difensive-, sostenuto e finanziato dal Programma di Cooperazione Transfrontaliera Italia-Francia Marittimo 2007/2013. Il progetto ha avuto avvio nel febbraio 2010 e ha coinvolto quattro regioni mediterranee (Toscana, Liguria, Sardegna e Corsica) con l'obiettivo di individuare una linea di gestione condivisa delle fortificazioni difensive, studiando nuovi sistemi per il miglioramento dell'accessibilità e per la promozione e divulgazione

² Maggiori informazioni su questi interventi sono contenute nel paragrafo 1.5.

A sinistra:
Fig. 08. Cantiere della torre di Foghe.

A destra:
Fig.09. Cantiere della torre Su Puttu.



della conoscenza³.

Allo stato attuale le condizioni di conservazione del sistema appaiono eterogenee e, come innanzi accennato, sono strettamente correlate al grado di accessibilità dei manufatti e della loro appetibilità in termini turistici. Infatti, ciascun fabbricato ha seguito un percorso conservativo differente e in funzione di una serie di variabili, è stato soggetto, in misura maggiore o minore, all'azione di molteplici fattori responsabili del degrado. Un numero piuttosto elevato di torri si trova in buono o discreto stato di conservazione (circa il 48%), anche grazie a una costante manutenzione e ai recenti interventi di restauro operati dai soggetti competenti. Tuttavia un numero altrettanto elevato si trova in stato di degrado avanzato (circa il 18 %) a causa della prolungata condizione di abbandono, quindi, per la mancanza di interventi di manutenzione periodica e talvolta per le conseguenze indotte da interventi impropri. Infine 15 esemplari risultano scomparsi.

Un aspetto che accomuna tutte le torri del sistema è l'estrema vicinanza al mare nonché, per esigenze di visibilità e di difesa, una posizione quasi sempre sopraelevata. Ciò le ha relegate a condizioni di esposizione estreme, caratterizzate da un tasso di umidità sempre elevato, un alto grado di salinità presente nel vapore acqueo e una forte ventilazione. Come atteso, le forme di degrado più ricorrenti riguardano gli strati di rivestimento e le malte interstiziali e interessano anche le torri che si trovano complessivamente in buono stato. Le particolari condizioni di esposizione, unite alla qualità non sempre ottimale degli impasti e alla frequente mancanza di manutenzione, sono all'origine di costanti processi di degenerazione, anche localizzata e circoscritta, delle malte. L'evoluzione di tali fenomeni talvolta ha determinato il distacco e la successiva caduta di porzioni di intonaco agevolando la profonda erosione dei giunti di malta, in alcuni casi, agevolando l'indebolimento della compagine muraria fino al verificarsi di locali crolli di diversa entità.

In generale i fenomeni di dissesto riscontrati rientrano in una casistica relativamente limitata e possono essere relazionati, oltre alle cause appena esposte, a una locale vulnerabilità della muratura. Troviamo frequentemente crolli o lesioni in corrispondenza

3 «FOR_ACCESS nasce con lo scopo di creare una linea di gestione comune delle fortificazioni difensive delle Regioni aderenti al progetto, di studiare nuovi sistemi per facilitare l'accessibilità a tali siti e di promuovere e divulgare la conoscenza del patrimonio difensivo sul Mediterraneo. Il piano di valorizzazione dei siti prevede un crescendo di azioni volte al miglioramento della conservazione e della fruizione dei monumenti e, allo stesso tempo, ad un percorso di interventi immateriali finalizzati alla creazione un prodotto turistico riconoscibile per qualità degli standard e dei servizi offerti nel mercato turistico internazionale». Maggiori informazioni sul progetto sono contenute al seguente indirizzo: <http://www.sardegnaambiente.it/index.php?xsl=612&s=152005&v=2&c=5126>.

dell'ingresso o delle bucatore che rappresentano dei punti di particolare vulnerabilità per la struttura muraria. La profonda erosione delle malte dovuta alla probabile concentrazione, in quel punto, del flusso dell'acqua piovana, condotto dalla caditoia superiore e alla conseguente perdita di regolarità dei contorni, ha agevolato, infatti, la perdita graduale di intere porzioni di paramento esterno intorno alla bucatore o l'insorgere di profonde lesioni verticali al di sotto della soglia, nel volume basamentale. Talvolta i crolli si sono verificati in corrispondenza di canalizzazioni, camini o vani scale. Anche in questo caso all'origine vi è la riduzione della sezione resistente causata dalla presenza di vuoti e cavetti nella muratura. Esigui sono invece i casi in cui si è determinato il collasso della volta di copertura. Si tratta perlopiù di torri abbandonate prematuramente, in cui le condizioni di degrado e dissesto non sono stati arginati da interventi di manutenzione, determinando l'indebolimento degli appoggi.

Molto rari sono invece i casi in cui si sono riscontrate forme di degrado degli elementi lapidei. Esse riguardano prevalentemente le torri in cui sono stati utilizzati materiali di reimpiego, probabilmente già degradati al momento della posa in opera o materiali molto porosi o ancora quei casi in cui i recenti interventi abbiano previsto il ripristino di giunti e intonaci con malte incompatibili.

4.1. Torri in rete, torri nel paesaggio

Qualsiasi intervento mirato alla trasformazione di questi manufatti esige una preliminare consapevolezza della relazione che ogni singola operazione intesserà con l'intera rete. Infatti, una delle criticità emerse da questo studio è proprio l'eterogeneità degli approcci che spesso hanno condotto a esperienze progettuali episodiche e slegate dal contesto. Il progetto pertanto non potrà prescindere da un approccio sistemico che, pur non trascurando lo studio delle specificità di ogni singolo episodio costruttivo e la singolarità di ogni manufatto, inquadri ogni azione progettuale all'interno di un orizzonte più ampio e articolato. Un'ottica onnicomprensiva, consapevole di tutte le possibili eccezioni e delle varianti tipologiche, materiche, morfologiche e tecniche consentirà di inquadrare al meglio ogni singolo intervento all'interno di un percorso organico di riqualificazione del Sistema di torri costiere.

Un passaggio altrettanto imprescindibile per il concepimento del progetto di restauro è il riconoscimento dell'importante valore paesaggistico delle torri costiere e la consapevolezza della fitta rete di relazioni che intercorrono fra questi manufatti e il contesto naturale, estremamente sensibile, in cui sono armoniosamente inseriti⁴. Sapientemente costruite con i materiali del luogo e trasformate dal tempo e dall'uomo, talvolta fagocitate dai centri urbani o più spesso solitarie presenze sulla cima di promontori, le torri sono da secoli rassicuranti e possenti presenze sulla frontiera fra terra e mare e rappresentano l'emblema del virtuoso intreccio tra paesaggio naturale e paesaggio culturale. Già nel 2006 il Piano Paesaggistico Regionale⁵ le censisce come «beni paesaggistici storico-culturali», riconoscendone il valore identitario per il paesaggio costiero sardo e definendone i livelli di tutela, allo scopo di sviluppare conseguenti procedimenti di valorizzazione e, ove consentito, di fruizione. Se il vincolo torre-paesaggio costituisce una costante del sistema e quindi un dato di estrema importanza progettuale, in taluni casi questo elemento assume un peso preponderante per la presenza di aree a tutela spe-

4 F. CAMPUS, *Gestione e usi compatibili*, in AA.VV., *Manuale tecnico degli interventi sulla fruizione dei siti fortificati. For Access. Accessibilità sostenibile e gestione comune delle fortificazioni difensive*, Sagep Editori, Genova 2013, p. 75.

5 Nel mese di settembre dell'anno 2006 la Giunta regionale della Sardegna presieduta da Renato Soru, approvava il Piano paesaggistico regionale redatto ai sensi del *Codice dei beni culturali e del paesaggio*. La Giunta regionale, con la DGR 36/7, approva in via definitiva il Piano paesaggistico regionale per l'ambito costiero, che diventa vigente con la pubblicazione sul BURASin data 8 settembre 2006.

Fig. 10. La costa in prossimità della torre Argentina, Bosa.



ciale, caratterizzate da equilibri di estrema delicatezza e vulnerabilità. Alcuni esemplari si trovano, infatti, in contesti paesaggistici di immenso pregio naturalistico, come le torri dell'Isola dell'Asinara situate all'interno di un Parco nazionale.

In questi delicati contesti più che altrove sarà opportuno prevedere una serie di operazioni preliminari atte a garantire la tutela dell'intorno e della fabbrica, e pianificare le opere di cantierizzazione tenendo conto delle peculiarità del sito.

4.2. Accessibilità e fruizione

Se la fruizione pubblica dei beni in oggetto (o di parti di essi) e la loro "riabilitazione" a un ruolo sociale è un obiettivo auspicabile e compatibile con l'intento di tutela e conservazione, è però fondamentale verificare propedeuticamente la compatibilità dell'intervento, e della eventuale nuova destinazione d'uso, con le istanze dell'accessibilità⁶. Il perseguimento dell'accessibilità può avvenire tanto con opere di adeguamento e di messa in sicurezza dei percorsi di accesso e delle aree di pertinenza, quanto attraverso un sistema di interventi fisici⁷ mirati a rendere fruibili varie parti dell'edificio nonché mediante il supporto di strumenti multimediali e segnaletici finalizzati al miglioramento dell'esperienza cognitiva⁸. Il miglioramento del livello di accessibilità al sito potrà essere perseguito anche attraverso un insieme di interventi "leggeri", orientati alla chiara identificazione dei percorsi naturali e alla individuazione di eventuali zone di pericolo attraverso un adeguato sistema segnaletico. A questo scopo si potrà valutare il discreto inserimento di cartellonistica turistico-informativa nonché

6 D.M. 28 marzo 2008, Ministero per i Beni e le Attività culturali, *Linee guida per il superamento delle barriere architettoniche nei luoghi di interesse culturale*.

7 Sarà cura dei progettisti individuare punti di "minor resistenza", idonei a collocare le necessarie opere di adeguamento.

8 P.L. BIAGIONI, *Accessibilità e comunicazione*, in AA.VV., *Manuale tecnico degli interventi sulla fruizione dei siti fortificati. For Access. Accessibilità sostenibile e gestione comune delle fortificazioni difensive*, Sagep Editori, Genova 2013, pp. 88-94.

una leggera sistemazione dei sentieri esistenti.

Trattandosi di beni di valore culturale, ogni intervento andrà pesato e modulato nel tentativo di trovare il giusto equilibrio tra istanze di conservazione ed esigenze di accessibilità. E' per questo motivo che già la scelta di una funzione d'uso poco invasiva, così come un'attenta organizzazione distributiva del progetto, può ridurre l'impatto degli interventi di adeguamento, consentendo di muoversi nell'ambito del requisito della "visitabilità", che appare sicuramente più compatibile con la conservazione di questi siti, soprattutto in alcune particolari situazioni che caratterizzano gli immobili fortemente stratificati ed articolati⁹. Il progetto sarà pertanto la sintesi creativa delle diverse esigenze, dove ciò che si fa per rimuovere le barriere assume, come tante altre necessità funzionali, il ruolo di normale provvidenza destinata ad assicurare, a tutti, la migliore fruizione del bene¹⁰, in uno con le istanze conservative. Ciò contribuirà all'arricchimento del bene stesso non solo nella sua valenza etica, ma anche quale «importante componente del marketing turistico¹¹».

Vista l'assenza, in molti casi, di idonei collegamenti verticali che consentano l'accesso in sicurezza agli ambienti interni, laddove l'accessibilità fisica alle strutture non sia consentita né perseguibile, si potranno prevedere forme di fruibilità alternativa, basate sul libero e agevole accesso ai contenuti storici e identitari sul bene¹² nonché sull'impiego delle nuove tecnologie digitali, allo scopo di fornire informazioni di carattere turistico-culturale sul bene, sul sito e sulle modalità di accesso. Qualunque elemento fisico a supporto di queste informazioni non potrà essere collocato a ridosso del fabbricato, ma dovrà essere studiata la posizione più idonea lungo il sentiero di collegamento al fortilizio.

9 D.M. 28 marzo 2008, Ministero per i Beni e le Attività culturali, *Linee guida...*, op. cit.

10 G. CARBONARA, *Adeguamento del patrimonio storico ed archeologico*, lezione X, edizione del corso di formazione post-lauream "Progettare per tutti senza barriere architettoniche", Roma, 2002.

11 P.L. BIAGIONI, *Accessibilità e comunicazione*, op. cit., p.88.

12 A. LAPIDARI, *Accessibilità e fruizione*, in AA.VV., *Manuale tecnico degli interventi sulla fruizione dei siti fortificati. For Access. Accessibilità sostenibile e gestione comune delle fortificazioni difensive*, Sagep Editori, Genova 2013, pp. 64-71.



Fig. 11. La suggestiva caletta in prossimità della torre di Cala d'Arena sull'Isola dell'Asinara.

Oltre alle oggettive problematiche legate all'accessibilità, la rifunzionalizzazione di questi manufatti è subordinata alla esigua disponibilità di spazi e percorsi idonei ad ospitare nuove funzioni. Nella maggior parte dei casi si tratta infatti di fabbricati di dimensioni molto limitate, fortemente caratterizzati dal punto di vista funzionale e quindi difficilmente adattabili. La forma di "riuso" più frequente e applicabile sarà pertanto la "museificazione" del fabbricato stesso, che diverrà oggetto di interesse alla stregua di un'opera d'arte e, solo per un numero limitato di casi, potrà fungere anche da "contenitore" di nuove funzioni¹³. Infatti, solo per le torri di maggiori dimensioni e per quelle già provviste di collegamenti verticali che consentano il raggiungimento, in sicurezza, della quota di accesso, si potrà auspicare la rifunzionalizzazione del fabbricato. Si citano, a titolo di esempio, le torri di Arbatax, Santa Maria Navarrese, Bosa, Torre Grande, che si prestano a ospitare spazi espositivi e piccoli eventi culturali. È opportuno sottolineare che appropriate forme di riuso contribuiscono ad assicurare la sopravvivenza dei beni¹⁴ e sono da intendersi come uno degli aspetti intrinseci del restauro in sé¹⁵. «Destinazioni d'uso rispettose del contenuto storico-culturale affrancheranno questi manufatti da una pura vocazione contemplativa, restituendoli alla collettività quali parti esteticamente e storicamente vive della nostra società¹⁶. Premesso quindi l'intento di una "riabilitazione" anche funzionale di questi manufatti, nel concepire la proposta di un nuovo uso ci si orienterà su funzioni che non alterino «la distribuzione e l'aspetto dell'edificio. Gli adattamenti pretesi dalla evoluzione degli usi e dei consumi devono dunque essere contenuti entro questi limiti¹⁷».

Vista l'estrema sensibilità dei contesti naturali in cui le torri sono inserite e la loro spiccata valenza paesaggistica, nella definizione di un eventuale riuso non si potrà prescindere dalla valutazione del carico antropico sostenibile, tenendo conto della effettiva capacità

13 F. CAMPUS, *Gestione e usi compatibili*, op.cit., p. 74.

14 *Carta della conservazione degli oggetti d'arte e di cultura del C.N.R.*, 1987, allegato B.

15 G. CARBONARA, *Teoria e metodi del restauro*, in G. CARBONARA (a cura di), *Trattato di restauro architettonico*, vol. I, Torino 1996.

16 *Ibidem*.

17 *Carta di Venezia*, 1964, art. 5.



Fig. 12. La nuova scala d'accesso alla torre di Chia

del sito di sostenerne gli effetti senza essere irrimediabilmente trasformato¹⁸.

Laddove le condizioni del sito e del fabbricato consentano una riqualificazione funzionale, le opere di adeguamento saranno di minima entità e tali da «evitare sensibili alterazioni all'individualità tipologica, all'organismo costruttivo e alla sequenza dei percorsi interni¹⁹». Sarà pertanto cura del progettista, nelle modifiche della planimetria interna degli edifici, preservarne il generale assetto distributivo, tipologico e strutturale, sia esso inteso nella sua forma che nella consistenza materica²⁰, riducendo l'intervento alle sole modifiche necessarie alla nuova funzione e alle nuove esigenze di accessibilità del fabbricato.

Un aspetto che richiederà un'attenzione particolare sarà la necessità, specie nell'ipotesi di un riuso a fini sociali del fabbricato, di un adeguamento impiantistico e tecnologico che si inquadri nel rigoroso panorama normativo e tenda al perseguimento di attuali standard di comfort e di sicurezza. Nel rispetto di quanto già enunciato, si tenderà a soluzioni possibilmente non intrusive, non escludendo l'ausilio di moderne tecnologie, con l'obiettivo di non alterare irreversibilmente, né compromettere la fabbrica e nel tentativo di raggiungere quel delicato equilibrio tra esigenze di conservazione e lecita volontà di riappropriazione.

18 F. CAMPUS, *Gestione e usi compatibili*, op.cit., p. 75.

19 *Carta Italiana del Restauro*, 1972, Allegato B.

20 Regione Autonoma della Sardegna, Assessorato degli Enti Locali, Finanze ed Urbanistica, *La tutela del paesaggio nei centri di antica e prima formazione, linee guida*, 2009.

Fig. 13. La torre di Capo Galera, un esempio di rifunzionalizzazione. Il fortilizio è oggi un'abitazione privata.



4.3. Linee guida per il progetto di restauro

Lungi dal volersi sostituire alla copiosa manualistica tecnica e alla produzione teorica e metodologica sul progetto di restauro, o dal voler fornire soluzioni esaustive e generiche per l'intera gamma delle problematiche progettuali riscontrabili in questo specifico campo, le presenti Linee Guida²¹ nascono con l'obiettivo di suggerire criteri generali e indirizzi operativi per il restauro di questi manufatti, e quindi orientare l'opera dei futuri progettisti verso una serie di buone pratiche modulate *ad hoc* sulle peculiarità del tema, pur lasciando libera espressione alla individuale capacità di interpretazione critica e ALLA creatività.

Attraverso il riconoscimento del valore testimoniale e poetico, che muove necessariamente da una volontà di "restituzione" alla collettività di quel «sedimento stratificato di valori che ognuno di questi beni trasmette mediante la propria fisicità²²», l'auspicio è quello di fornire uno stimolo per elevare il livello qualitativo di ogni singolo atto progettuale, e quindi, conferire nuova dignità architettonica all'intero sistema.

Le peculiarità del Sistema, con la sua complessa stratificazione storica, richiedono l'organizzazione di studi ed analisi secondo tappe metodologiche precise che, partendo dalla ricerca indiretta e diretta sui siti, giungono all'individuazione delle cause del dissesto e di degrado da rimuovere o, almeno, attenuare attraverso la scelta dei interventi compatibili, prevedendone anche il controllo nel tempo²³.

A partire da questa consapevolezza, si è scelto di articolare le presenti linee guida in due sezioni, ognuna delle quali esprime un importante aspetto progettuale. Nella prima sezione si pone l'accento sull'approccio analitico-conoscitivo al progetto di restauro, quale

21 Le LG costituiscono l'elaborato finale del progetto di ricerca "Strumenti metodologici per la riqualificazione ed il restauro conservativo del patrimonio regionale relativo al sistema difensivo costiero e al sistema di segnalazione marittima della Sardegna" di cui all'accordo procedimentale tra Agenzia regionale Conservatoria delle coste e Università di Cagliari.

22 Regione Autonoma della Sardegna, Assessorato degli Enti Locali, Finanze ed Urbanistica, *La tutela del paesaggio nei centri di antica e prima formazione, linee guida*, 2009.

23 L. MARINO, *Il rilievo per il restauro*, Milano 1990.

fase propedeutica imprescindibile del progetto stesso. La seconda sezione entra nel vivo della fase operativa, e scompone la fabbrica in macroelementi tecnologici (murature, coperture, aperture etc.), per analizzarne nello specifico caratteri comuni e specifiche peculiarità, con lo scopo di identificare gli indirizzi operativi più opportuni.

1.1.1. La fase analitico-conoscitiva e la documentazione

Come già rilevato, se il percorso di riconoscimento, e quindi di attribuzione, di valore è da interpretare come fase propedeutica del progetto di restauro in quanto, come segnalava Cesare Brandi, il primo atto del restauro è il riconoscimento del valore dell'opera, è alla conoscenza della fabbrica, accurata e meticolosa, al fine di riconoscerne qualità e vulnerabilità individue che occorre attribuire il ruolo di necessaria premessa di ogni atto di conservazione²⁴. Per poter calibrare al meglio il futuro intervento di restauro è, infatti, fondamentale procedere con una accurata fase analitico-conoscitiva, mirata a comprendere e documentare la consistenza e lo stato di conservazione dei fabbricati, i loro caratteri costruttivi e materici e le modalità di costruzione e trasformazione che, nel corrispondente sviluppo diacronico, hanno finito per generare lo stato di fatto attuale. L'anamnesi, intesa come interpretazione delle condizioni attuali alla luce della storia della costruzione, dei dissesti, dei fenomeni degenerativi attuali come dei restauri antichi²⁵, costituisce quindi una fase progettuale vera e propria, da modulare, in base a un modello metodologico preciso qui illustrato, sulle caratteristiche del manufatto e sulla sua complessità e stratificazione. Solo partendo da una fase accurata di acquisizione sistematica e ragionata dei dati sarà possibile, attraverso un meticoloso processo di elaborazione, giungere a una convincente e realistica diagnosi, premessa necessaria per poter procedere a una più matura sintesi progettuale.

Un primo **approccio conoscitivo**(indiretto) si fonderà su una approfondita ricerca iconografica, archivistica e bibliografica relativa all'edificio e al suo contesto ambientale, la quale, supportata da un buon rilievo metrico, architettonico, materico e stratigrafico (approccio diretto), potrà fornire preziose informazioni anche per la ricostruzione delle fasi storiche del processo edificatorio. E sarà proprio l'analisi diretta sul fabbricato a fornire le più significative indicazioni, poiché «il primo documento e la più calzante filologia del testo è nella fisicità del monumento stesso²⁶».

Il rilievo metrico, fotogrammetrico e tematico (nella sua accezione più ampia) (materico, del degrado, del dissesto e stratigrafico) sarà mirato all'accertamento del comportamento globale del fabbricato in relazione ai fenomeni degenerativi attuali, nonché rispetto a quelli che lo hanno interessato nel corso del tempo, alla luce delle provvidenze, all'uopo, approntate attraverso l'analisi delle tracce fisiche delle singole azioni, e delle trasformazioni più o meno lente e più o meno antiche²⁷ cui è stato sottoposto.

Tale approccio conoscitivo dovrà riferirsi in particolare:

-alle peculiarità paesaggistiche e alla rete di relazioni con il contesto;

-alle peculiarità architettoniche, tipologiche e compositive;

24 C. GIANNATTASIO, *Quadro conoscitivo*, in AA.VV., *Manuale tecnico degli interventi sulla fruizione dei siti fortificati. For Access. Accessibilità sostenibile e gestione comune delle fortificazioni difensive*, Sagep Editori, Genova 2013, pp. 8-25.

25 L. MARINO, *Il rilievo per il restauro...*, op. cit...

26 F. GURRIERI, *Restauro e Conservazione. Carte del restauro, norme, convenzioni e mozioni sul patrimonio architettonico ed artistico*, Firenze 1992.

27 L. MARINO, *Il rilievo per il restauro ...*, op. cit.

-alla distribuzione delle funzioni e alle relazioni spaziali all'interno dell'edificio e fra questo e le sue immediate pertinenze;

-allo schema razionale e relazionale tra i vari elementi che costituiscono il manufatto, individuandone la funzione statica all'interno del complessivo sistema strutturale;

-alle modalità di posa in opera e di preparazione dei materiali, alla loro provenienza nonché alle loro caratteristiche tecnologiche, alle soluzioni tecniche adottate, avendo cura di evidenziare il loro comportamento in risposta alle sollecitazioni di varia natura cui sono sottoposti;

-alla evidenziazione delle alterazioni dovute all'intervento dell'uomo, ricostruendo filologicamente le tappe salienti della vicenda costruttiva del fabbricato;

-allo stato di conservazione generale, con individuazione dei fenomeni di degrado presenti, ma anche del quadro fessurativo e deformativo delle strutture.

Insieme agli aspetti prevalentemente qualitativi desumibili da questo tipo di rilievi, sarà necessario supportare questa fase con opportune indagini di tipo archeometrico. Tali indagini, di natura quantitativa, saranno basate essenzialmente sulle misure dirette, sulle indagini sui materiali e le strutture, sul monitoraggio nonché sulle analisi strutturali esperite mediante procedimenti più o meno sofisticati di calcolo²⁸.

Queste tecniche possono essere distinte in due grandi categorie: in funzione dell'approccio adottato possiamo infatti parlare di indagini micro distruttive e non distruttive. Si parla di indagini micro-distruttive nel caso in cui sia previsto il prelievo di una piccola porzione di materiale e una fase di studio in laboratorio, con successiva distruzione del campione utilizzato. Fra le indagini definite non distruttive si annoverano quelle che consentono di indagare la parte interna di un manufatto (mezzo) senza ricorrere a variazioni permanenti brusche o lente dello stato fisico del monumento²⁹. Non entrando nel merito di un giudizio di validità e significatività, la scelta di privilegiare l'una o l'altra metodologia o di servirsi di entrambe le famiglie di tecniche diagnostiche sarà vagliata sulla base delle specificità presentate da ogni singolo caso e sarà compiuta a totale discrezione dei progettisti³⁰.

Come già premesso, questa prima fase conoscitiva ha il compito di condurre a una più consapevole diagnosi. Poiché l'intervento sarà mirato alla risoluzione delle cause che hanno alterato lo stato di equilibrio di una fabbrica e non, come spesso accade, a un inutile tentativo di *camouflage* degli effetti, l'obiettivo della diagnosi sarà proprio quello di individuare gli agenti responsabili del processo di degrado, siano essi di matrice antropica o naturale.

Già negli interrogativi iniziali, così come nella rappresentazione e archiviazione dei dati, è contenuta una prima elaborazione sintetica e quindi la potenzialità della futura interpretazione critica. Le due fasi non sono perciò da intendersi come sterili e rigide applicazioni di una prassi operativa, ma come attività complesse e mutuamente articolate, che talvolta non si esauriscono con la fase progettuale prolungandosi anche nella fase del cantiere, e che si possono arricchire attraverso molteplici apporti.

Una soddisfacente diagnosi deve infatti essere necessariamente aperta a un proficuo dialogo pluridisciplinare. «Il problema del rapporto tra la conoscenza e i processi di

28 ICOMOS, *Principi per l'analisi, la conservazione e il restauro strutturale del patrimonio architettonico*, Zimbabwe 2003.

29 G. RANIERI, *Metodi non distruttivi per lo studio del degrado architettonico e statico delle costruzioni*, in G.G. ORTU, A. SANNA (a cura di), *Atlante delle culture costruttive della Sardegna. Approfondimenti*, Roma 2009.

30 A questo proposito si veda anche S.MUSSO, *Architettura segni e misura. Repertorio di tecniche analitiche*, Bologna 1995, p. 257.

recupero (...) è, anzitutto, un problema di ordine culturale. Solo accettando di costruire un processo decisionale aperto ed evolvibile sarà possibile istituire un rapporto non formale o strumentale con il frantumato universo della conoscenza³¹».

1.1.2. La fase operativa: il progetto di restauro conservativo

L'eterogeneità che caratterizza il sistema di torri costiere della Sardegna in relazione al livello di accessibilità ai siti, alle caratteristiche dimensionali e allo stato di conservazione, si traduce in differenti gradi di trasformabilità, e impone perciò la necessità di calibrare l'intervento in funzione di diverse variabili. Possono essere però avanzate delle considerazioni di carattere generale che rappresentano i presupposti teorici e culturali al progetto di restauro dell'insieme di questi beni.

Nell'accingersi a operare delle trasformazioni sui fabbricati e quindi sul paesaggio, di cui costituiscono parte integrante, sarà opportuno effettuare una preliminare valutazione della validità dell'impatto che l'intervento avrà sul lungo periodo: «nessuna operazione, infatti, deve essere intrapresa senza aver preventivamente accertato i benefici che possono con esso conseguirsi, il suo impatto sulla costruzione storica e gli eventuali effetti collaterali, anche a lungo termine»³².

Indipendentemente dallo stato di degrado rilevato e quindi dalla soluzione progettuale prescelta, saranno vagliati interventi che osservino i seguenti criteri:

- autenticità del manufatto storico su cui si opera, nel rispetto delle stratificazioni cronologiche che lo caratterizzano ed evitando di privilegiare determinate epoche a scapito delle più recenti;
- minimo intervento, limitato cioè ad operazioni strettamente necessarie e mirato ad evitare aggiunte superflue ed alterazioni ingiustificate;
- distinguibilità, discreta e controllata, dell'intervento di restauro rispetto alle fasi costruttive precedenti;
- attualità espressiva delle aggiunte;
- reversibilità, per quanto possibile, dell'intervento, privilegiando operazioni di aggiunta piuttosto che di sottrazione;
- durabilità, riferita sia ai materiali ed elementi costruttivi moderni, frutto dell'intervento di restauro, che a quelli antichi;
- compatibilità delle reintegrazioni, attraverso la scelta di materiali identici o affini, tali cioè da avere caratteristiche meccaniche, chimiche e fisiche analoghe o affini ai materiali antichi a contatto fisico dei primi, in maniera tale da garantire un comportamento omogeneo della parte interessata dall'intervento.

Si tenterà pertanto di preservare i materiali presenti, intervenendo con sostituzioni localizzate e di entità minima, nel rispetto delle tecniche e tecnologie costruttive precedentemente impiegate. Le sostituzioni e le parziali ricostruzioni saranno consentite solo laddove se ne presenti l'oggettiva necessità, per ragioni statiche o funzionali, e saranno concepite in maniera tale da non pregiudicare il comportamento globale del manufatto e il suo valore figurativo, storico e culturale.

31 S.F. MUSSO, *Recupero e restauro degli edifici storici*, Roma 2006.

32 ICOMOS, op. cit.

Il nuovo intervento, inserendosi quale fase attiva nell'iter di trasformazione che caratterizza la vita del fabbricato, dovrà essere discretamente leggibile e distinguibile e, se possibile, dovrà fornire elementi che ne consentano la databilità per non incorrere nell'erronea determinazione di un "falso storico". I materiali utilizzati dovranno essere preferibilmente eco-sostenibili e dovranno possedere requisiti fisico-chimici ed estetici compatibili con quelli dei materiali esistenti, cioè essi non dovranno in alcun modo provocare interazioni ed alterazioni che introducano elementi di disturbo nei ritmi naturali della fabbrica. Quando particolari condizioni di degrado renderanno impossibile il mantenimento in uso di un elemento costruttivo, si potrà agire per "addizione", conservando comunque l'elemento degradato e avendo cura, però, di garantire la futura reversibilità dell'intervento. Saranno consentite eventuali rimozioni di elementi (impropri) incompatibili solo previa attenta valutazione dell'entità e della qualità degli stessi nonché del loro ruolo attivo nel favorire processi di degrado.

Il restauro delle murature

Con la premessa che ogni fabbricato costituisce un caso a sé con specifici livelli e qualità di degrado e di dissesto i, si può però affermare che, per la comune caratteristica di estrema vicinanza al mare e per le particolari condizioni di esposizione, la combinazione acqua-sale-vento (aerosol marino) è da annoverarsi quale comune agente di degrado per molte patologie che hanno interessato i rivestimenti e le strutture murarie. In generale, infatti, gli elementi lapidei utilizzati, indipendentemente dalle pezzature in opera e dalla loro orditura, si sono rivelati altamente resistenti all'azione erosiva degli agenti atmosferici. I fenomeni di degrado riscontrati quindi, quasi sempre, hanno investito maggiormente le malte di allettamento e gli strati di rivestimento.

Le malte di allettamento, spesso di qualità scadente e costituite da inerti provenienti dalle vicine spiagge, mostrano gravi alterazioni fortemente legate alle condizioni di esposizione (erosione differenziale, disaggregazione, *peeling*, etc.), con la formazione di mancanze di diversa ampiezza, talvolta estese anche ai nuclei murari, con la perdita localizzata di coesione tra gli elementi lapidei e la conseguente compromissione dell'assetto statico della parte di muratura interessata. Laddove non è stata osservata una manutenzione periodica degli strati di intonaco e non è stata preservata l'integrità dei giunti di malta esposti a causa delle lacune presenti sui rivestimenti, si è ovviamente agevolata la formazione di consistenti lesioni e deformazioni, a loro volta, prodotte fino al verificarsi di crolli circoscritti.

Anche le frequenti modifiche dell'originario apparecchio della muratura e l'impiego di tecniche costruttive e materiali non compatibili, sebbene non abbiano generato importanti variazioni sugli equilibri statici, sono da annoverarsi fra le cause e concause dei fenomeni di degrado riscontrati. Per esempio, tra i materiali incompatibili responsabili del degrado, è, infatti, frequente l'impiego di malte cementizie in paramenti realizzati con materiali lapidei porosi, (rispetto ai quali vale, in questo caso, la definizione di incompatibilità del provvedimento), sia per il ripristino dei giunti che degli strati di rivestimento.

Nelle integrazioni di mancanze e lacune una tendenza piuttosto frequente, anche negli interventi più recenti, è quella di sottolineare le parti ricostruite con un pronunciato sottosquadro, in nome di un requisito di distinguibilità dell'intervento talvolta mal compreso e, soprattutto, ottemperato in maniera inappropriata a causa di una errata interpretazione delle istanze del restauro. Inoltre sono rari i casi in cui si è prestata attenzione al rispetto della tecnica muraria. Si segnalano, infatti, frequenti inserimenti di elementi lapidei di pezzatura non omogenea rispetto a quella originaria e/o di litotipi differenti, il mancato rispetto della tessitura. Gli esempi, in questo caso, sono numerosi. A titolo esemplificativo e non esaustivo si segnalano le già citate torri di Mezza Spiaggia e di Foxi.

In generale sarà opportuno orientare l'intervento sulle singole murature anche al ripristino o al mantenimento del comportamento statico del singolo elemento sul quale si interviene, ovviamente nel rispetto dell'equilibrio statico generale, sulla base di opportune indagini e modellazioni dell'assetto statico globale. Gli interventi sul generale assetto della struttura muraria saranno sempre misurati in funzione della reale urgenza e si potranno *in primis* l'obiettivo di arginare le cause che hanno generato il dissesto, evitando quindi superflue aggiunte e alterazioni ingiustificate. Nel concepire le azioni di consolidamento si terrà conto dell'originario assetto strutturale della fabbrica poiché «il valore dell'edificio non risiede solo nella bellezza estetica, nelle decorazioni, ma è invece presente anche nel suo intrinseco funzionamento statico, negli intimi dati strutturali che l'intervento non dovrebbe alterare, ma aiutare³³».

Ad interventi "pesanti" basati sull'inserimento di nuovi elementi strutturali estranei o sull'uso indiscriminato di iniezioni consolidanti di natura chimica, si prediligeranno pertanto interventi "leggeri", di sostituzione localizzata, con continuità materica e costruttiva, più compatibili, più adatti ai particolari equilibri delle fabbriche storiche³⁴, attingendo da un bagaglio tecnico tradizionale (scuci-cuci, microiniezioni etc.). In particolare, le integrazioni dovranno prestare particolare attenzione al rispetto della tecnica muraria intesa nella sua accezione più ampia, avendo cura tanto degli aspetti materici che compositivi, tessiturali e dimensionali.

Fra le possibili soluzioni tecniche, per la reintegrazione delle murature si potrà ricostituire il paramento a filo di quello originario, differenziandone la superficie per garantire la discreta distinguibilità dell'intervento. Ciò si potrà perseguire differenziando lievemente il materiale, adottando una differente lavorazione superficiale degli elementi lapidei, variandone lievemente la tecnica di posa in opera o sottolineando il nuovo intervento attraverso incisioni, evidenziazione dei bordi³⁵. Questa soluzione sarà da preferire, nel caso degli apparecchi in esame, alla reintegrazione eseguita in "sottosquadro", cioè arretrando lievemente la nuova cortina rispetto al filo del paramento originario. Nei più recenti restauri, come si è detto pocanzi, questo metodo è stato ampiamente utilizzato con esiti non sempre soddisfacenti a causa dell'eccessivo arretramento del filo murario che ha alterato profondamente il valore figurativo dell'opera. Qualora si volesse optare per questa soluzione, si potrà prevedere pertanto un arretramento minimo e 'discreto'.

Per le ragioni sopra esposte, particolare cura bisognerà riservare inoltre alla risarcitura dei giunti, che dovranno essere sigillati con materiali compatibili con quelli storici, avendo l'accortezza di variarne, per esempio, la granulometria, ma evitando di alterarne eccessivamente le caratteristiche compositive. La stilatura potrà essere a filo o leggermente rientrante nelle porzioni di muratura che verranno lasciate a vista³⁶.

Laddove l'integrazione dell'organismo statico originario con strutture integrative sia resa necessaria da ragioni impellenti, si cercherà di orientare la scelta sulla compatibilità e di non occultare, ove possibile, il nuovo elemento, ma renderlo dichiaratamente e discretamente leggibile. Stessa attenzione si riserverà non solo al ruolo che ogni singolo setto murario riveste nel generale sistema statico, ma anche all'articolazione gerarchica delle murature nel definire l'impianto distributivo e, di conseguenza, la connotazione degli spazi.

Indipendentemente dallo stato di conservazione delle strutture, particolare cura dovrà essere posta infine nella protezione delle creste murarie, elemento soggetto alle

33 P. SANPAOLESI, *Discorso sulla metodologia generale del restauro dei monumenti*, Editrice Edam, Firenze 1973.

34 C. FEIFFER, *La conservazione delle superfici intonacate: il metodo e le tecniche*, op. cit..

35 M. PUTZU, *Tecniche costruttive murarie medievali*, op. cit. p. 364-365. L'autrice cita le categorie di intervento proposte da G.De Angelis d'Ossat per la reintegrazione di apparecchi murari.

Ibidem.

A sinistra:

Fig. 14. Particolare dell'intonaco della torre di Cala d'Oliva.

Fig. 15. Intonaco fotografato all'intradosso della volta della torre Negra. Si notino i segni impressi dalla centinatura, visibilmente realizzata in canniccio intrecciato.



infiltrazioni dell'acqua piovana e pertanto particolarmente vulnerabile³⁷.

Il restauro delle superfici intonacate

L'attenzione verso gli intonaci per la loro funzione pratica, ma anche per la loro valenza decorativa, appare quale elemento decisivo nella definizione progettuale. Gli intonaci di calce utilizzati come finitura prevalente in questo tipo di fabbricati, presentano spesso uno stato di degrado molto avanzato, dovuto a molteplici fattori. Fra questi si segnalano le condizioni termoigrometriche particolarmente sfavorevoli, una mancata manutenzione periodica, la forte esposizione all'azione erosiva del vento, un elevato grado di salinità nell'aria, l'impiego improprio di malte a base cementizia e, in rari casi, l'utilizzo di tinteggiature improprie e poco traspiranti. Infine anche la scarsa qualità degli impasti, spesso realizzati da maestranze inesperte e con l'impiego di inerti provenienti dalle vicine spiagge, si annovera fra le principali cause di degrado degli intonaci storici.

Ciò spesso ha generato il distacco parziale, o totale, degli strati di intonaco con conseguente erosione dei giunti interstiziali. Laddove l'intonaco si è parzialmente conservato, sono ampiamente presenti fenomeni quali polverizzazione, erosione superficiale, alterazione biologica e dilavamento, croste ed efflorescenze saline.

Talvolta anche in questo caso interventi di restauro impropri e poco rispettosi dei materiali e delle stratificazioni storiche hanno prodotto risultati poco soddisfacenti. È questo il caso dei recenti interventi di totale rifacimento degli intonaci, talvolta realizzati con materiali inadeguati, a base cementizia.

In relazione alla lettura stratigrafica degli intonaci esistenti, si osserva, nella maggior

³⁷ L. MARINO, *Il rischio nelle aree archeologiche*, Firenze 2013.

parte dei casi, la presenza di almeno due strati, uno di arriccio, caratterizzato da inerti più grossolani, e uno di finitura, con aggregato più fine e composizione mineralogica analoga. Non sono state rinvenute, fra i casi analizzati, tracce di tinteggiatura, ma talora sembra sia stato applicato, sopra l'intonachino, uno strato protettivo. In alcuni casi, si segnala la presenza, nell'impasto, di grossolani frammenti ceramici (cocciopesto). Tuttavia questi sembrano ascrivibili, prevalentemente, a interventi successivi di rifacimento degli strati di protezione, frequentemente segnalati nei documenti d'archivio.

La proposta di queste Linee Guida è pertanto quella di preservare, ove possibile, gli intonaci esistenti e di procedere con il recupero degli stessi attraverso una preliminare operazione di pulitura (prima preconsolidando ove necessario) e rimozione delle parti incoerenti, il consolidamento delle porzioni distaccate mediante il miglioramento dell'aderenza al supporto, per esempio, in corrispondenza dei bordi delle lacune e delle lesioni, e infine con l'apposizione di prodotti protettivi. Anche Per il restauro degli strati di rivestimento sarà opportuno svolgere delle indagini diagnostiche, mirate alla individuazione delle caratteristiche chimico-fisiche dei vari strati, orientandosi verso l'impiego di impasti compatibili. Si eviteranno dunque le malte a base cementizia o quelle di calce idraulica, che hanno un comportamento meccanico e termo-igrometrico non adatto alle murature storiche che impiegano litotipi porosi; si prediligerà invece in generale l'uso di malte a base di calce aerea o malte di pozzolana e cocciopesto.

Laddove sia necessario, si potrà intervenire con la rimozione degli intonaci incompatibili e delle porzioni storiche irrimediabilmente compromesse. In questo caso si potrà anche optare per il mantenimento della muratura a vista, avendo cura di procedere ad adeguate operazioni di pulitura e protezione degli elementi lapidei e alla stuccatura dei giunti di malta.

CONCLUSIONI

Una prima interpretazione dei dati raccolti rileva una sostanziale omogeneità che può essere evidenziata sia nelle scelte di carattere architettonico e tipologico che nelle tecniche costruttive e, più nello specifico, nelle tecniche murarie adottate.

Come abbiamo visto, grazie all'impiego di sistemi di rilievo integrati è stato possibile confutare le precedenti classificazioni tipologiche ed evidenziare, con maggiore dettaglio, piccole differenze volumetriche più difficilmente percepibili attraverso sistemi di rilievo tradizionali. Ciò ha consentito una lettura più agevole delle caratteristiche volumetriche e delle proporzioni intercorrenti fra gli elementi costruttivi, agevolando la ricerca di rapporti costanti e moduli costruttivi.

In generale si può affermare che tutte le torri analizzate sono accomunate, come atteso, dalla scelta di modelli tipologici di facile esecuzione, indubbiamente relazionati alla scarsità di risorse materiali e di maestranze qualificate disposte ad operare in condizioni estreme, nonché dalla necessità di tempi di costruzione ridotti. Il modello a base circolare, che accomuna tutte le torri studiate, rispondeva a basilari requisiti militari, pur essendo ben lontano dalla modernità della soluzione tipologica adottata, per esempio, nel Regno di Napoli, giustificata dai maggiori interessi economici che caratterizzavano questo areale. La loro realizzazione fu, di conseguenza, molto meno costosa proprio in virtù della minore complessità costruttiva oltre che, probabilmente, per i costi più contenuti delle maestranze sarde rispetto a quelle della Penisola.

Tra le soluzioni tipologiche a base circolare, il modello più frequente lungo le coste sarde è quello costituito da un volume unico, di forma **troncoconica**. Questo modello rappresentava la migliore risposta funzionale alle esigenze difensive della Sardegna. Soddisfaceva, infatti, il requisito della massima stabilità e uniformità strutturale nella risposta alle sollecitazioni dovute alle artiglierie. Inoltre la scarpatura garantiva una maggiore difendibilità in un attacco da terra, annullando totalmente gli angoli morti. Ritroviamo frequentemente questo modello anche lungo le coste della penisola iberica e delle Isole Baleari, con alcune varianti nell'assetto distributivo. Infatti, mentre in Sardegna l'impianto distributivo impostato su tre livelli si ripete, pressoché invariato, in Spagna è frequente l'articolazione degli spazi su quattro livelli, con due camere sovrapposte.

È interessante sottolineare, a questo proposito, la similitudine che si evidenzia tra le torri delle aree di Bosa e di Alghero e quelle della vicina Corsica. In entrambi i casi è stata adottata una forma cilindrica impostata su base troncoconica, che rappresenta una significativa variante tipologica nel sistema sardo e la tipologia prevalente in quello

corso. L'esame delle torri corse evidenzia però una maggiore regolarità nei rapporti proporzionali fra i due volumi e, più in generale, tra gli elementi costruttivi.

Per quanto concerne le torri della Sardegna, in generale, la ricerca di relazioni dimensionali e moduli costruttivi non ha condotto a risultati particolarmente significativi. Non si evidenzia, infatti, una regola dimensionale se non fra torri coeve e appartenenti alla stessa area.

Anche in riferimento alle tecniche murarie, dalla comparazione dei dati ottenuti nell'arco cronologico preso in esame (1500-1650) si evince una discreta omogeneità. In generale, la necessità di brevi tempi di realizzazione e costi di costruzione minimi costituisce un imperativo comune. La tecnica muraria più ricorrente, *a cantieri*, è un'emblematica espressione di questa esigenza, trattandosi di un'ingegnosa soluzione che consentiva il massimo sfruttamento delle risorse disponibili. Identificata come Tipo A, tale tecnica è ampiamente presente in tutti gli areali e su fabbriche realizzate con litotipi diversi, con una lieve variazione nella distanza fra i ripianamenti. In virtù di questo parametro, che si è rivelato particolarmente significativo ai fini cronotipologici (anche per il forte legame con l'organizzazione del cantiere di costruzione e il computo dei lavori) sono state distinte due sottotipologie. A loro volta queste sono state differenziate sulla base di un altro parametro molto significativo, la tessitura (ad incastro o a fasce sub-orizzontali). Riassumendo gli esiti della classificazione proposta, il tipo A si declina nei seguenti sottotipologie:

- Tipologia A1a | *Muratura a cantieri ad incastro di spessore 47-64 cm* Essa è riferita a strutture datate in un intervallo molto ampio, compreso tra il 1548 e il 1598, ed è indubbiamente la soluzione più diffusa. Fra gli spessori rilevati quello più ricorrente
- Tipologia A1b | *Muratura a cantieri con disposizione a fasce sub-orizzontali* (cantieri di spessore 47-64 cm). Rappresenta una variante limitata, non riconducibile a un areale preciso, e si riferisce a strutture più tarde (1580-1632).
- Tipologia A2a | *Muratura a cantieri ad incastro di spessore 66-85 cm*. È una variante meno diffusa e, anche in questo caso, riferita a strutture più tarde (1595-1625) e appartenenti ad aree circoscritte e vicine fra loro (Stintino-Asinara e Gallura).
- Tipologia A2b | *Muratura a cantieri con disposizione a fasce sub-orizzontali* (cantieri di spessore 66-85 cm). Si tratta di una variante riscontrata solo in due esemplari e l'intervallo cronologico è affine al precedente (1605-1610).

La tipologia B, *muratura a corsi sub-orizzontali*, riscontrata solo in due casi, parrebbe un adattamento della tipologia A, probabilmente dovuto alla disponibilità, sul posto, di materiale di reimpiego già sbizzato. La medesima ragione giustifica la presenza della terza tipologia, la tipologia C, descritta come muratura a filari di bozze e conci. Questa, diffusa in un areale circoscritto (Chia-Teulada) e in un arco cronologico limitato, deriva dall'impiego di materiale di spoglio proveniente dai vicini ruderi archeologici. I due filari, le cui dimensioni variano lievemente da torre a torre, ripropongono, sommati, lo spessore del cantiere più ricorrente (circa 50 cm). Ciò confermerebbe che tale misura corrispondeva, nell'arco cronologico analizzato, anche ad uno strumento di computo in opera, permettendo agevolmente la verifica delle giornate di lavoro. Trattandosi prevalentemente di muraure irregolari costituite da pietre rustiche (ad eccezione delle varianti sopra descritte), il dato riferito alla dimensione degli elementi lapidei si è rivelato poco significativo ai fini della collocazione cronologica, in quanto più strettamente relazionato alla lavorabilità del materiale.

Anche l'analisi dei campioni di malta e intonaco non evidenzia elementi chiaramente riconducibili al dato cronologico. Le similitudini rilevate risultano piuttosto collegate al contesto geografico e litologico di appartenenza. Di particolare interesse si rivelano tuttavia, i dati relativi alla qualità degli impasti per i quali si registrano significative variazioni tra gli esemplari studiati. I parametri che ci consentono di esprimere un giudizio qualitativo sui lapidei artificiali, sono, infatti, fortemente influenzati dalle modalità di esecuzione e dalla competenza delle maestranze.

In conclusione, il repertorio di tecniche murarie derivato da questo studio, riferito a un contesto cronologico filologicamente ben definito e a un areale isolato (la Sardegna) potrebbe rappresentare un importante termine di confronto per la datazione di edifici coevi più difficilmente databili. Inoltre la metodologia adottata potrebbe rivelarsi spendibile anche in altri contesti e a una scala più ampia. Infatti, stante la loro validità ai fini puramente scientifici, l'interpretazione dei dati derivanti dall'approccio multidisciplinare assume un notevole interesse anche rispetto ad obiettivi più squisitamente operativi. Per questa ragione questo lavoro si chiude con un capitolo dedicato all'intervento restaurativo. Lungi dal voler fornire soluzioni esaustive per l'intera gamma delle problematiche progettuali riscontrabili in questo specifico campo, questa sezione si propone di suggerire criteri generali e indirizzi operativi per il restauro di questi manufatti, ambendo ad elevare il livello qualitativo e lasciando, tuttavia, libera espressione alla individuale capacità di interpretazione critica.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA ALFABETICA

A

- AA.VV.**, *Manuale tecnico degli interventi sulla fruizione dei siti fortificati. For Access. Accessibilità sostenibile e gestione comune delle fortificazioni difensive*, Genova 2013.
- AA.VV.**, *Linee guida di gestione del sistema delle fortificazioni difensive. For Access. Accessibilità sostenibile e gestione comune delle fortificazioni difensive*, Genova 2013.
- AA.VV.**, *Calviá. Patrimonio cultural*, vol. 2, Palma 2011.
- AA.VV.**, *Plan Nacional de Arquitectura Defensiva*, Dirección General de Bellas Artes y Bienes Culturales, Ministerio de educación, cultura y deporte de España, 2006.
- AA.VV.**, *Le torri costiere per la difesa anticorsara nella provincia di Taranto*, Firenze-Taranto 1982.
- A. AGAPIOU ET ALII**, Cultural heritage management and monitoring using remote sensing data and GIS: The case study of Paphos area, Cyprus, in *Computers, Environment and Urban Systems*, n.54, 2015, pp. 230-239.
- E. ALBERY, P. BOCCARDO, A. SPANÓ**, *A new concept GIS for archaeological studies*. In *International archives of the photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences*, vol. XXXIV-5/C7, 2001.
- G. ALEO**, *Successos generales de la Isla y regno de Sardeña proseguendo desde el ano de mille hasta el de 1325*, I-II, Cagliari, 1680.
- P.R. ALTAMURA**, *Research on construction techniques of the "genoise" coastal towers in southern Corsica (built between XVI and XVII century)*, in in P. RODRÍGUEZ NAVARRO, (a cura di), *Defensive architecture of the Mediterranean, XV to XVIII centuries*, *Proceedings of International Conference on Modern Age fortifications of the western Mediterranean coast-FORTMED*, Valencia 15-18 ottobre 2015, 2015, vol. II, pp. 243-250.
- P.R. ALTAMURA**, *Torri costiere del sud della Corsica*. In *Castellum*, Roma 2015, n. 56, pp. 62-63.
- P.R. ALTAMURA**, *Torri costiere della Corsica del sud*, Tesi di laurea, Facoltà di Architettura, Università degli Studi di Firenze, aprile 2014.
- E. ALTARA**, *Guida alle torri costiere della Sardegna. 1000 anni di incursioni barbaresche*, Cortona 2007.
- A. AMBROSI**, *La défençe de la Corse sous la nomination génoise*, in *Revue de la Corse*, n. 48, 1937.
- B. ANATRA, G. MELE, G. MURGIA**, *Contra moros y turcos. Politiche e sistemi di difesa degli stati mediterranei della corona di Spagna in Età Moderna. Atti del Convegno internazionale di studi Villasimius-Baunei 20-24 settembre 2005*. Dolianova 2008.
- L. ARCINIEGA GARCÍA**, *Defensas a la antigua y a la moderna en el Reino de Valencia durante el siglo XVI*, in *Espacio, Tiempo y Forma (UNED)*, Serie VII, Historia del Arte, n. 12, 1999.
- P. ARDISSONE**, *Sistemi informativi spaziali per i beni culturali ambientali*, tesi di dottorato in Disegno e rilievo per la tutela del patrimonio edilizio e territoriale, Politecnico di Torino, XIX ciclo, aprile 2006.
- P. ARDISSONE, F. RINAUDO, A GIS for the management of historical and archaeological data, in AA.VV., *International Archives of Photogrammetry and Remote sensing and Spatial Information Sciences*, n. 36, 5, 2005, pp. 643-648.**
- P. ARIAS ET ALII**, *Methods for documenting historical agro-industrial buildings: a comparative study and a simple photogrammetric method*, in *Journal of cultural heritage*, n. 7, 2006, 350-354.
- A. ARRIGHETTI**, *Tecnologie fotogrammetriche e registrazione 3D della struttura materiale: dal rilievo alla gestione dei dati*. In *Archeologia e Calcolatori*, n. 23, 2012, pp. 283-296.
- C. ARU**, *La difesa litoranea della Corsica durante il periodo genovese*, Cagliari 1927.
- E. ASENJO RUBIO**, *El llegado cultural de las torres vigías costeras de Málaga: entre el conocimiento, la protección, y su conservación*, in *Baética: Estudios de arte, geografía e historia*, 2006, 28: 41-56.
- C. ATZENI**, *Architettura delle colline e degli altipiani centro-meridionali*, I Manuali del recupero dei centri storici della Sardegna, Roma 2009.
- A. AZKARATE GARAI-OLAUN**, *Archeologia dell'architettura in Spagna*, in *Archeologia dell'architettura*, n. XV, 2010, pp. 17-28.
- A. AZKARATE GARAI-OLAUN**, *La Arqueología de la Arquitectura en el*

siglo XXI, in *Arqueología de la Arquitectura*, 5, 2008, pp.11-13.

B

- I. BAGGIOSSI**, *Le torri costiere della Toscana: un affascinante itinerario lungo il litorale toscano alla scoperta di quei singolari monumenti che per secoli garantirono la sicurezza degli stati costieri: un viaggio a ritroso nel tempo, attraverso vicende storiche, testimonianze e leggende di coloro che vissero e lottarono attorno a questi antichi baluardi*, Roma 1988.
- C. BALLETTI ET ALII**, *Dal rilievo alla maquette: il caso di San Michele in isola*, in *Archeomatica*, n.2, giugno 2002, pp. 26-32.
- C. BARACCHINI ET ALII**, *SICaR: un sistema per la documentazione georeferenziata in rete*, in *Scienza e beni culturali*, vol. XXI, 2005, pp. 735-747.
- C. BARACCHINI ET ALII**, *SICaR: geographic Information System for the documentation of restoration analysis and intervention*, in *Atti del convegno Optical Metrology for Arts and Multimedia Munich*, Monaco, giugno 2003.
- L. BARAZZETTI ET ALII**, *Photogrammetric survey of complex geometries with low-cost software: Application to the 'G1 temple in Myson, Vietnam*, In *Journal of Cultural Heritage*, 2011, n. 12, pp. 253-262.
- J.R. BARROS CANEDA, J.C. HERNÁNDEZ NÚÑEZ**, *Las Defensas de la Costa Atlántica Andaluza*, in *Información: Patrimonio Histórico Andaluz*, n.40-41, p.180.
- G. BARTOLI ET ALII**, *In situ static and dynamic investigations on the "Torre Grossa" masonry tower*, in *Engineering Structures*, n. 52, 2013, pp. 718-733.
- C. BARTOLOMUCCI, I. TRIZIO**, *Dal rilievo del danno sismico al disegno per il progetto di restauro: un'applicazione di documentazione speditiva in condizioni di emergenza*. In *DISEGNARECON*, vol. 8, n. 14, gennaio 2015, pp. 241-248.
- C. BARTOLOMUCCI**, *Una proposta di 'cartella clinica' per la conservazione programmata*, in *Arkos*, V, gennaio/marzo 2004, pp. 59-65.
- S. BELTRAMO**, *Stratigrafia dell'architettura e ricerca storica*, Roma 2009.
- M. BESSE ET ALII**, *Des stratigraphies (Yverdon, Auvernier, 1970) et chronotypologies (Twann 1980) aux analyses spatiales (Concise 2000) : l'apport des SIG et des problématiques ethnologiques dans l'étude des palafittes de Suisse occidentale*, in AA.VV., *Méthodologie des recherches de terrain sur la Préhistoire récente en France. Nouveaux acquis, nouveaux outils, 1987-2012*. Toulouse, Archives d'écologie préhistorique, 2014, pp. 361-373.
- P.L. BIAGIONI**, *Accessibilità e comunicazione*, in AA.VV., *Manuale tecnico degli interventi sulla fruizione dei siti fortificati. For Access. Accessibilità sostenibile e gestione comune delle fortificazioni difensive*, Sagep Editori, Genova 2013, pp. 88-94.
- G. BIANCHI**, *L'analisi delle tecniche murarie. Spunti interpretativi per la comprensione dei principali assetti abitativi*, in A. MOLINARI, *Segesta II. Il castello e la moschea (scavi 1989-1995)*, Palermo, 1997, pp. 213-233.
- B. BILLECI ET ALII**, *The instrumental reading schemas about quality of masonry to ensure their conservation. First results of a research in Sardinia (Italy)*, in R. AMOËDA, S. LIRA, C. PINEIRO (a cura di), *REHAB 2014, Proceedings of the International Conference on preservation, maintenance and rehabilitation of historical buildings and structures*, Tomar, Portugal, 19-21 march 2014, Barcelos 2014, pp. 917-926.
- B. BILLECI**, *Per un atlante del romanico in sardegna. materiali e tecniche costruttive tra fondazioni e restauri (primi esiti della ricerca)*, in S. TOCCO ET ALII (a cura di), *Le risorse lapidee in Sardegna. Dal recupero ambientale alla valorizzazione*, Cagliari 2008.
- B. BILLECI ET ALII**, *Uso del granito a Tempio Pausania: un approccio multidisciplinare*, in V. BADINO, G. BALDASSARRE (a cura di), *Le risorse lapidee dall'antichità ad oggi in area mediterranea*, Atti del Convegno, Canosa di Puglia (Bari) 25-27 settembre 2006, Bari 2006.
- B. BILLECI**, *Traditional construction techniques and structural damage. Sardinian historic buildings*, in R. AMOËDA, S. LIRA, C. PINEIRO (a cura di), *Historic Structures and Disasters*, Proceedings of 7th International Scientific Conference:, 5-8 novembre 2003, Cluj 2003.
- L. BINDA** (a cura di), *Caratterizzazione delle murature in pietra e mattoni ai fini dell'individuazione di opportune tecniche di riparazione*, Roma

2001.

C. BITOSSO, *Genova, Spagna e Mediterraneo nel secondo Cinquecento: bilanci e prospettive*, in B. ANATRA, F. MANCONI (a cura di), *Sardegna, Spagna e Stati Italiani nell'età di Filippo II*, Atti del Convegno internazionale di studi storici nel IV centenario della morte di Filippo II, Cagliari, 5-7 novembre 1998, Cagliari 1999, p. 163-188.

R.B. BOATS, *Computing and archaeology: experiences of the department of urban archaeology*, London, in T. MANNONI, A. MOLINARI, (a cura di), *Scienze in archeologia. Il Ciclo di Lezioni sulla Ricerca applicata in Archeologia (Certosa di Pontignano 1988)*, Firenze 1990, pp. 451-460.

A. BOATO, *L'archeologia in architettura: misurazioni, stratigrafie, datazioni, restauro*, Venezia, 2008;

A. BOATO, A. DECRI, *Archive documents and building organisation. An example from the modern age*, in S. HUERTA (a cura di), *Proceedings of the First International Congress on Construction History*, Madrid, 20-24 gennaio 2003, Madrid, 2003, pp. 381-390.

G.P. BROGIOLO, *L'Archeologia dell'architettura in Italia nell'ultimo quinquennio (1997-2001)*, in *Arqueología de la arquitectura*, 1, 2002, pp. 19-26.

G.P. BROGIOLO, *Archeologia dell'edilizia storica*, Como, 1988;

F. BRUNO, V. FAGLIA, G. LOSSO, A. MANUELE, *Censimento delle torri costiere nella Provincia di Terra d'Otranto. Indagine per il recupero nel territorio*, in Castella, n. 14, Roma 1978.

F. BUSCEMI ET ALII, *Tecniche di fotomodellazione per la documentazione e la comunicazione in archeologia: il sito di Calicantone (RG)*, in *Archeologia e calcolatori*, n. 25, 2014, pp. 131-156.

C

M. CABRAS, *Le opere del De Vincenti e dei primi ingegneri militari in Sardegna nel periodo 1720-1745*, in *Atti del XIII congresso di storia dell'architettura (Sardegna)*, Cagliari 6-12 aprile 1963, vol. I, pp. 291-310, vol.II, pp. 277-309.

R. CACCIOTTI, *The guardian of the Pontifical State – Structural Assessment of a damaged coastal watchtower in South Lazio*, Tesi di master, Universidade do Minho, 2010.

A. CAMARA MUÑOZ, *Los guardianes del mar: fortificaciones, torres y atalayas en la costa valenciana (s.XVI)*. In J. F. VERA (a cura di), *Jornadas del Bicentenario de Torre Vieja, 1803-2003*. Universidad de Alicante, 2005.

A. CAMARA MUÑOZ, *Las fortificaciones y la defensa del Mediterráneo*, in E. BELENGUER (a cura di), *Felipe II y el Mediterráneo*, Madrid, S. E. C. Centenarios de Felipe II y Carlos V, 1999, vol. IV, pp. 355-376.

A. CAMARA MUÑOZ, *Las torres del litoral en el reinado de Felipe II: Una arquitectura para la defensa del territorio (I)*, in *Espacio, Tiempo y Forma*, 1990, vol. 3.

A. CAMARA MUÑOZ, *Las torres del litoral en el reinado de Felipe II: Una arquitectura para la defensa del territorio (y II)*, in *Espacio, Tiempo y Forma*, 1991, vol. 4.

X. CAMPUS, *Gestione e usi compatibili*, in AA.VV., *Manuale tecnico degli interventi sulla fruizione dei siti fortificati. For Access. Accessibilità sostenibile e gestione comune delle fortificazioni difensive*, Genova 2013.

A. CARANDINI, *Archeologia, architettura, storia dell'arte*, in R. FRANCOVICH, R. PARENTI, (a cura di), *Archeologia e restauro dei monumenti : 1. ciclo di lezioni sulla ricerca applicata in archeologia : Certosa di Pontignano (Siena), 28 settembre-10 ottobre 1987*, Firenze 1988.

A. CARANDINI, *Storie dalla terra: manuale di scavo archeologico*, Bari 1981.

G. CARBONARA, *Adeguamento del patrimonio storico ed archeologico*, lezione X, edizione del corso di formazione post-lauream *Progettare per tutti senza barriere architettoniche*, Roma, 2002.

G. CARBONARA (a cura di), *Trattato di restauro architettonico*, voll. I-IV, Torino 1996.

G. CARBONARA, *Teoria e metodi del restauro*, in G. CARBONARA (a cura di), *Trattato di restauro architettonico*, vol. I, Torino 1996.

G. CARCANGIU ET ALII, *Geomaterials and decay forms of the coastal towers of Piscinnì and Foghe, Weastern Sardinia*, in P. RODRIGUEZ NAVARRO (a cura di), *Defensive architecture of the Mediterranean*, op.

cit., vol. 2, pp.345-352.

V. CARDONE, *Sul disegno delle Torri Costiere del Regno di Napoli*, in *De' castelli di pietra e di ... cristallo Tricesimo 20-21 novembre 1998*, Udine 1998, p. 107-113.

C. CAROCCI, C. TOCCI (a cura di), *Antonino Giuffrè. Leggendo il libro delle antiche architetture. Aspetti statici del restauro, saggi 1985-1997*, Gangemi, 2010.

G. CARRO, D. GRIONI, *Fortificazioni e sistemi difensivi in Sardegna nel periodo contemporaneo*, Cagliari 2005.

F. CASADIO, G. CHIARI, S. SIMON, *Evaluation of binder/aggregate ratios in archaeological lime mortars with carbonate aggregate: a comparative assessment of chimica, mechanical and microscopic approaches*, in *Archaeometry*, 2005, n. 47, pp. 671-689.

P. CASTELLI, *La progettazione del sistema territoriale di difesa*, in T.K. KIROVA (a cura di), *Arte e cultura del '600 e del '700 in Sardegna*, Napoli 198.

P. CASU, *Volte tardogotiche sarde: disegno, misura, materia*, Tesi di dottorato in Tecnologie per la conservazione dei beni architettonici e ambientali, Università di Cagliari, ciclo XXV, maggio 2012.

F.C. CASULA, *Il pericolo franco-turco nel Regno di Sardegna in epoca moderna*, in B. ANATRA ET ALII (a cura di), *Contra moros y turcos. Politiche e sistemi di difesa degli stati mediterranei della corona di Spagna in Età Moderna*. Atti del Convegno internazionale di studi Villasisimus-Baunei 20-24 settembre 2005, Dolianova 2010, v. 1, p. 99.

P. CATALÁ Y ROCA, *De cara a la Mediterània: les torres del litoral català*, Barcelona 1987, p. 16.

C. CELAURO ET ALII, *An automated procedure for computing the packing properties of dense and locked sands by image analysis of thin sections*, in *Granular Matter*, n. 16, 2014, pp. 867-880.

E. CERUTTI, F. NOARDO, A. SPANÓ, *Architectural Heritage Semantic Data Managing and Sharing in GIS*, in *Proceedings of the 1st International Conference on Geographical Information Systems Theory, Applications and Management*, Barcelona, 2015, pp. 121-128.

J. CHANDLER, J. FRYER, *AutoDesk 123D Catch: How accurate is it? In Geomatics world*, January / February 2013, pp. 28-30.

P. CHIAS ET ALII, *A GIS in cultural heritage based upon multiformalt database and hypermedial personalized queries*, In A. GEORGOPOULOS (a cura di), *Proceedings of XXI International CIPA Symposium*, 1-6 October 2007, Atene, XXXVI-5, pp. 222-226.

M. CHICLANA RODRIGUEZ, S. FERNÁNDEZ CACHO, *Torres de vigilancia costera y Paisaje: integración de valores culturales y naturales en el Paraje Natural de Maro-Cerro Gordo*, in *PH Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, n.55, ottobre 2005, pp. 93-101.

R. CISTERMINO, *Torri costiere e torrieri del Regno di Napoli (1521-1806)*, in Castella, n. x, Roma 1977.

L. COGORNO, M.L. FALCIDIANO ET ALII (a cura di), *Le torri costiere dell'imperiese. Riflessioni sulla conoscenza, la valorizzazione e il recupero delle strutture difensive e di avvistamento*, Genova 2009.

S. COLUMBU, G. CARCANGIU, F. SITZIA, *The ancient mortars and geomaterials of tower fortification of Nora (Pula, Sardinia, Italy)*, in P. RODRIGUEZ NAVARRO (a cura di), *Defensive architecture of the Mediterranean*, P. RODRIGUEZ NAVARRO, (a cura di), *Defensive architecture of the Mediterranean, XV to XVIII centuries*, *Proceedings of International Conference on Modern Age fortifications of the western Mediterranean coast-FORTMED*, Valencia 15-18 ottobre 2015, 2015, vol. II, pp.357-364.

S. COLUMBU, G. VERDIANI, *The church of St. Saturnino in Cagliari, Sardinia Reading the levels of history through the use of digital survey and the petrophysical study of materials*, in *Proceedings of 19th International Conference on cultural heritage and new technologies*, Vienna, novembre 2014, pp. 1-15.

G. CONTEDDU, *Legislazione passata e vigente e atti di amministrazione illustrativi sulle torri litoranee della Sardegna*. Sassari 1912.

M. R. COPPOLA, *Le torri costiere del territorio pontino: la costa da S. Felice Circeo a Terracina*, Roma 1994.

G.L.B. CORMON, V. MANNI, *Dizionario da tasca italiano-spagnuolo e spagnuolo-italiano*, Lyon, 1805.

G.M. CRISCI, M. FRANZINI, M. LEZZERINI, T. MANNONI, M. P. RICCARDI, *Ancient mortars and their binder*, in *Periodico di mineralogia*, vol. 73, spec. Issue 3, 2004, pp. 259-268.

Bibliografia

E. CURTI, A. LEMME, S. PODESTÀ, *Indicazioni per la valutazione della qualità muraria*, in E. CURTI, A. LEMME, S. PODESTÀ (a cura di), *Sisma Molise 2002: dall'emergenza alla ricostruzione. Edifici in muratura*, D.E.I., 2008.

D

M. D'APRILE, *Murature campane in calcare di età aragonese*, in G. FIENGO, L. GUERRIERO (a cura di), *Atlante delle tecniche costruttive tradizionali. Lo stato dell'arte, i protocolli della ricerca, l'indagine documentaria*, Atti I e II seminario nazionale, Napoli 2003, pp. 260-274.

M. D'APRILE, *L'influenza della cultura urbanistica spagnola e l'urbanizzazione dei territori aversani della Starza dell'Arco*, in A. GAMBARDELLA (a cura di), *Napoli-Spagna: architettura e città nel XVIII secolo*, Napoli 2003, pp. 361-368.

M. D'APRILE, *Murature angioino-aragonesi in Terra di Lavoro*, Napoli 2001.

M. D'APRILE, *Gli apparecchi murari del XVIII secolo*, in G. FIENGO, L. GUERRIERO, (a cura di) *Murature tradizionali napoletane. Cronologia dei paramenti tra il XVI ed il XIX secolo*, Napoli, 1999.

M.A. DE BUNES IBARRA, *Los presidios en el Norte de África, primer escudo de defensa contra el corso y la expansión otomana*, in B. ANATRA ET ALII (a cura di), *Contra moros y turcos. Politiche e sistemi di difesa degli stati mediterranei della corona di Spagna in Età Moderna*. Atti del Convegno internazionale di studi Villasimius-Baunei 20-24 settembre 2005, Dolianova 2010, v. 1, p. 338.

A. DECRÍ, *Vent'anni di vita dell'arte: presenze, apprendistati e attività degli Antelami a Genova 1598-1618*, in *Contributi per la conoscenza di ambiente, archeologia, architettura, arte, lettere e storia delle Valli e dei Laghi comacini*, Quaderno n. 10 – 2005, pp. 27-88.

D.G. DE LAUNAY, *Tavole comparative fra i pesi e misure del sistema metrico decimale ed i pesi e misure antiche del Regno di Sardegna*, Cagliari 1845.

H. DEL COX, J. LENOIR, *Creating a 3D Model without CAD: Tools and Tips for Laser Scanning and Photogrammetric Techniques*. In *Proceedings of the 2015 ASEE Southeast Section Conference*, Seattle, 12-14 aprile 2015.

A. DELLA MARMORA, *Quistioni marittime spettanti all'isola di Sardegna. Ragionamento del L.T.G. Alberto Della Marmora*, Cagliari, 1850.

S. DELLA TORRE (a cura di), *Storia delle tecniche costruttive e tutela del costruito. Esperienze e questioni di metodo* (Atti del convegno, Brescia 1995), Milano 1996.

S. DELLA TORRE, T. MANNONI, V. PRACCHI (a cura di), *Magistri d'Europa. Eventi, relazioni, strutture della migrazione di artisti e costruttori dai laghi lombardi*. (Atti del convegno, Como 1996), Como 1996.

S. DELLA TORRE (a cura di), *Il mestiere di costruire. Documenti per una storia del cantiere. Il caso di Como*, Como 1992.

R. DE MAESTRI, *Opere di difesa del secolo XVI nella riviera di Ponente*, in *Quaderni dell'Istituto di elementi di architettura e rilievo dei monumenti a Genova*, n.5, Genova 1971.

G.M. DE ROSSI, *Le torri costiere del Lazio : un itinerario lungo le opere di fortificazione della costa laziale: le battaglie, le leggende, i personaggi, gli eroismi di una vicenda plurisecolare rivissuta attraverso la testimonianza di questi giganti silenziosi*, Roma 1984.

G.M. DE ROSSI, *Torri costiere del Lazio*, Roma 1971.

F. DOGLIONI, G. MIRABELLA ROBERTI (a cura di), *Venezia: forme della costruzione, forme del dissesto*, Cluva, 2011.

F. DOGLIONI, *Ruolo e salvaguardia delle evidenze stratigrafiche nel progetto e nel cantiere di restauro*, in *Arqueologia de la arquitectura*, 2, 2002, pp. 113-130.

F. DOGLIONI, *Stratigrafia e Restauro. Tra conoscenza e conservazione dell'architettura*, Trieste 1997.

F. DOGLIONI, *La ricerca sulle strutture edilizie tra archeologia stratigrafica e restauro architettonico*, in R. FRANCOVICH, R. PARENTI, (a cura di), *Archeologia e restauro dei monumenti : 1. ciclo di lezioni sulla ricerca applicata in archeologia : Certosa di Pontignano (Siena)*, 28 settembre-10 ottobre 1987, Firenze 1988.

D. DOMINICI, S. GRASSI, F. RADICIONI, *Utilizzo delle tecniche innovative di fotogrammetria digitale per il recupero e salvaguardia*

dei beni architettonici, in *Giornata nazionale di studio del CIPA*, Atti del convegno, Ancona, 23 giugno 2000, Ancona, 2000.

C. DONÀ (a cura di), *Manuale delle murature storiche. Analisi e valutazione del comportamento strutturale*, vol. I, Roma, 2011.

E

J. ELSÉN ET ALII, *Microscopical study of ancient mortars from Tournai (Belgium)*, in *Materials Characterization*, 53, pp. 289-295.

G. ESPINOSA DEL ROSARIO TORRES, *Arquitectura y defensa de la costa oriental andaluza: un itinerario cultural*, in *Información patrimonio histórico andaluz*, n.40-41, anno, pp. 189-196.

D. ESPOSITO, *Realidad de la arquitectura y técnicas constructivas de los muros medievales en Roma y en Lazio (Italia). Reflexiones sobre la recuperación del opus caementicium romano*, in S. HUERTA ET ALII (a cura di), *Actas del sexto congreso nacional de historia de la construcción*, Valencia 21-24 ottobre 2009, Madrid 2009, pp. 415-424.

S.D. ESPOSITO, *La raccolta ragionata dei dati e delle informazioni per la gestione, la manutenzione ed il monitoraggio dei beni e culturali architettonici*, tesi di dottorato in Beni culturali, XXIV ciclo, Politecnico di Torino, 2013.

F

M. FABRIS ET ALII, *Metodologie integrate per la georeferenziazione e rilievi 3D terrestri nell'antica città di Palmyra (Siria)*, in *Atti 14a Conferenza Nazionale ASITA*, Brescia 9-12 novembre 2010, pp 947-952.

G. FAGGIONI, *Le fortificazioni del Levante ligure: castelli e torri fra terra e mare*, Fidenza 2010.

V. FAGLIA, *24 restauri di torri costiere. Pianificazione interregionale per il recupero delle torri costiere del Regno di Napoli*, in *Castella*, n. 32, Roma 1986.

V. FAGLIA, L. MAZZON, *Costruzione dell'archivio automatico, valutazione automatica degli oneri di restauro e riuso: censimento delle torri costiere del Regno di Napoli*, in *Castella*, n. 33, Roma 1986.

V. FAGLIA, *Tipologia delle torri costiere di avvistamento e segnalazione in Calabria Citra in Calabria Ultra dal 12. Secolo*, Vol. I: Ricognizioni - Vol. II: schedatura, in *Castella*, n. 28-29, Roma 1984.

V. FAGLIA, *Visita alle torri costiere nelle province d'Abruzzo, 1598-1976*, in *Castella*, n.13, Roma 1977.

V. FAGLIA, *Visita alle torri costiere di Capitanata (1594-1976)*, in *Castella*, n. 15, Roma 1977.

V. FAGLIA, *Le torri costiere della provincia di Basilicata. Schede delle torri - Torre Filocaio a Maratea, ricognizione 1970, restauro 1972*, in *Castella*, n.12, Roma 1975.

V. FAGLIA, *La difesa anticorsara in Italia dal 16. secolo : le torri costiere, gli edifici rurali fortificati*, in *Castella*, n.10, Roma 1974.

V. FAGLIA, *Contributo alla conoscenza delle torri costiere in Terra di Bari*, in *Castella*, n.9, Roma 1970.

M.L. FALCIDIENO, *Le torri di avvistamento ed il sistema di comunicazione. La costa ligure tra Rapallo e Portofino*, in M. GIOVANNINI, E.D. COLISTRA (a cura di), *Spazi e culture del Mediterraneo. Mediterraneo, commercio, contaminazione, paesaggio, città, culto, difesa, texture, design*, Ricerca Prin 2003-2005, Roma 2006, pp. 517-520.

J.F. FARA, *De chorographia Sardiniae: libri duo. De rebus sardois: libri quatuor*, Cagliari 1585, in V. ANGIUS, *De chorographia Sardiniae libri duo. De rebus Sardois libri quatuor*, Cagliari 1838.

S. FAVARETTO, *Metodologie di rilevamento ad alta risoluzione per beni archeologici a scala architettonica*, tesi di dottorato in Scienze e Tecnologie per i Beni Archeologici e Architettonici, ciclo XXIII, Università degli studi di Padova, 2011.

V. FAVARÓ, *La Sicilia, fortezza del Mediterraneo*, in *Mediterranea: Ricerche Storiche*, n. 1, 2004, pp. 31-48.

C. FEIFFER, *La conservazione delle superfici intonacate: il metodo e le tecniche*, Ginevra-Milano 2006.

G. FELLONI, G. LAURA, *Genova e la storia della finanza: una serie di primati?*, Genova 2004.

I. FERRANDO, T. MANNONI, R. PAGELLA, *Cronotipologia*, in *Archeologia medievale*, 1989, 16, pp. 647-661.

- G. FIENGO, L. GUERRIERO** (a cura di), *Atlante delle tecniche costruttive tradizionali. Lo stato dell'arte, i protocolli della ricerca, l'indagine documentaria*, Atti I e II del seminario nazionale, Napoli 2003.
- G. FIENGO, L. GUERRIERO**, (a cura di) *Murature tradizionali napoletane. Cronologia dei paramenti tra il XVI ed il XIX secolo*, Napoli, 1999.
- G. FIENGO, L. GUERRIERO**, (a cura di) *Murature tradizionali napoletane. Cronologia dei paramenti tra il XVI ed il XIX secolo*, Napoli 1999, pp. 9-68.
- M. FILIPPUCI**, *Nuvole di pixel. La fotomodellazione con software liberi per il rilievo d'architettura. Pixel clouds. Free photomodelling software for architectural survey*. In *Disegnarecon*, vol. 3, n. 6, 2010, pp. 150-163.
- D. FIORANI**, *Tecniche costruttive dell'edilizia storica: conoscere per conservare*, Roma, 2005.
- D. FIORANI**, *Tecniche costruttive murarie medievali: il Lazio meridionale*, Roma, 1996.
- S. FIORILLA**, *Strutture fortificate sulle coste della Sicilia*, in *Sicilia Archeologica*, n. 71, 1989, pp. 7-40.
- D.R. FIORINO, C. GIANNATTASIO, S.M. GRILLO**, *Fortificazioni e cronologie. Protocolli conoscitivi per la conservazione* in D.R. FIORINO, M. PINTUS (a cura di), *Verso un atlante dei sistemi difensivi. Sardegna*, Napoli 2015, pp. 125-162.
- D.R. FIORINO, M. PINTUS** (a cura di), *Verso un atlante dei sistemi difensivi. Sardegna*, Napoli 2015.
- D.R. FIORINO, C. GIANNATTASIO, S.M. GRILLO**, *Interpretare le stratigrafie. Malte e intonaci nelle chiese rurali della Sardegna*, in *Materiali e strutture*, vol.8, in press.
- D.R. FIORINO, C. GIANNATTASIO, S.M. GRILLO, V. PINTUS, M. PORCU, M. SCHIRRU**, *Knowledge and dating for preservation of historical and cultural significance of the building: the case study of the medieval Castello quarter in Cagliari (XVII-XIX century)*, in *Rehab* 2015, pp. xx-xx.
- D.R. FIORINO**, *Le tecniche costruttive delle torri campanarie della Sardegna (XI-XIX sec.) a confronto con i contemporanei modelli italiani e spagnoli*, in S. HUERTA ET ALII (a cura di), *Actas del quinto congreso nacional de historia de la construcción*, Burgos 7-9 giugno 2007, Madrid 2007, pp. 295-303.
- J. GONZÁLEZ DE CHAVES ALEMANY**, *Fortificaciones costeras de Mallorca*, Palma 1983.
- F. FOIS**, *Torri spagnole e forti piemontesi in Sardegna: contributo alla storia dell'architettura militare*, Cagliari 1981.
- V. FORCADA MARTÍ**, *Torres de vigia y defensa de la costa en el distrito del "Castell de Nules": los nombres de "Beniesma", "Moncófar" y "Santa Isabel del Carrillo"*, en *Boletín de la Sociedad Castellonense de Cultura*, n. 70, 1994, pp. 43-81.
- R. FRANCOVICH, G. BIANCHI**, *L'archeologia dell'elevato come archeologia*, in *Archeologia de la arquitectura*, n.1, 2002, pp. 101-111.
- R. FRANCOVICH**, *Premessa*, in T. MANNONI, A. MOLINARI, (a cura di), *Scienze in archeologia. Il Ciclo di Lezioni sulla Ricerca applicata in Archeologia (Certosa di Pontignano 1988)*, Firenze 1990, pp. 5-8.
- R. FRANCOVICH, R. PARENTI**, (a cura di), *Archeologia e restauro dei monumenti : 1. ciclo di lezioni sulla ricerca applicata in archeologia : Certosa di Pontignano, Siena 28 settembre-10 ottobre 1987*, Firenze 1988.
- G. FRULIO**, *Maestranze e cantiere edilizio nella Sardegna medievale : marche lapidarie di cottimo e di posizione*, in S. ANGIOLILLO, M. GIUMAN, A. PASOLINI (a cura di), *Ricerca e confronti 2006: giornate di studio di archeologia e storia dell'arte*, Cagliari 2007.
- G. FRULIO**, *Tecniche costruttive medievali in Sardegna : lo studio degli edifici in stato di crollo, in Santa Maria di Curos in territorio di Monteone : studi e restauri di un edificio allo stato di rudere*, Sassari 2006. p. 9-16.
- G. FRULIO**, *L'utilizzo delle cave di pietra da calce e da gesso in Sardegna nell'età post-medievale*, in *Archeologia postmedievale: società ambiente produzione*, 2003, n. 7, pp. 55-78.
- G. FRULIO**, *Catalan methods for construction in Sardinia: The use of «abeurador» in stone masonry*, in S. HUERTA (a cura di), *Proceedings of the First International Congress on Construction History*, Madrid, 20-24 gennaio 2003, pp. 935-941.
- G. FRULIO**, *Tecniche costruttive della Sardegna medioevale: il monumento come fonte per la conoscenza*, in *La civiltà giudicale in Sardegna nei secoli 11^a-13^a*: atti del Convegno nazionale: fonti e documenti scritti. Sassari, Aula magna dell'Università, 16-17 marzo 2001; Usini, Chiesa di Santa Croce, 18 marzo 2001, Sassari 2002.
- G. FRULIO**, *L'organizzazione del cantiere e della produzione edilizia ad Alghero nel 17^a secolo*, Firenze 2001.
- G. FRULIO**, *Tecniche costruttive medievali: Alghero : segni della cultura materiale*, in *Almanacco gallurese*, 2001, vol.9, pp. 60-61.
- G. FRULIO**, *Applicazione e risultati della lettura metrologica su alcuni edifici basso-medievali della Sardegna*, in P.L. ABATANGELO ET ALII (a cura di), *Alétes: miscellanea per i settant'anni di Roberto Caprara*, Massafra 2000.
- G**
- M. GALIZIA, C. SANTAGATI**, *Low cost image-based modeling techniques for archaeological heritage digitalization: more than just a good tool for 3d visualization?*. In *Virtual Archaeology Review*, vol. 4, n. 9, 2013, pp. 123-129.
- S. GANGA, G.M. MURONI, P.G. VACCA**, *L'alcaidia delle torri: la torre di Bosa e il sistema difensivo costiero della Planargia e Montiferru nei secoli XVI e XVII*, catalogo della mostra, Bosa 1997.
- R. GHERARDI ET ALII**, *Automatic camera orientation and structure recovery with Samantha*. In *The International archives of the photogrammetry, Remote sensing and Spatial Information science*, XXXVIII-5/W16, 2011, pp. 261-268.
- C. GIANNATTASIO, S.M. GRILLO, V. PINTUS**, *Time and Material. Interdisciplinary study for dating St. Francesco convent in Cagliari (XIII-XVI century)*, in G.T. PAPANIKOS (a cura di), *Proceedings of 5th Annual International Conference on Architecture*, Atene Luglio 2015, ATINER Conference papers series No. ARC 2015-1095. Athens Institute for Education and Research.
- C. GIANNATTASIO, V. PINTUS, L. FENU**, *Disegnare il presente sulle tracce del passato. Restauro e riuso del Castello Siviller di Villasor*, in V. FORAMITTI, E.LUSSO (a cura di), *Fortificazioni, memoria, paesaggio* Convegno scientifico in occasione dei cinquant'anni di attività dell'Istituto Italiano dei Castelli, 1964-2014, Bologna, 27-29 novembre 2014, Udine 2014.
- C. GIANNATTASIO, S.M. GRILLO, G. VACCA**, *The medieval San Francesco convent in Cagliari: from the architectural, material and historical-stratigraphical analysis to the information system*, in *International journal of heritage in the digital era*, vol. 3, fasc.2, 2014, pp. 413-429.
- C. GIANNATTASIO**, *Les tours de défense côtière du sud de la Sardaigne. Techniques de construction et problématiques de conservation*, in L. BARIDON ET ALII (a cura di), *Actes du Deuxième Congrès Francophone d'Histoire de la Construction (CFHC)*, Lyon 29-31 gennaio 2014, 2014, pp. 979-992.
- C. GIANNATTASIO, S.M. GRILLO, S. MURRU**, *The Western Sardinian coast defensive towers (16th-17th century): an interdisciplinary approach for the chronological definition of masonries*, in G.T. Papanikos (ed.), *Proceedings of 4th Annual International Conference on Architecture* (Athens, July 7-10), ATINER conference papers series No. ARC 2014-1095. Athens Institute for Education and Research, Athens 2014, pp. 3-17.
- C. GIANNATTASIO, S.M. GRILLO, G. VACCA**, *The medieval San Francesco convent in Cagliari: from the architectural, material and historical-stratigraphical analysis to the information system*, in *International Journal of Heritage in the Digital Era*, ISPRS Annals, vol. 3, n. 2, 2014, pp. 413-429.
- C. GIANNATTASIO, V. PINTUS**, *Il complesso claustrale di San Francesco a Stampace in Cagliari. Archeologia dell'architettura per il progetto di restauro*, in *Arkos*, n. 3, 4, serie V, 2013, pp. 51-72.
- C. GIANNATTASIO**, *Chrono-typological analysis of earthen masonries: some case-studies in Southern Sardinia*, in AA.VV., *Terra* 2012, 11th International Conference on the Study and Conservation of Earthen Architectural Heritage, Lima 22-27 aprile 2012, Lima 2013.
- C. GIANNATTASIO, S. M. GRILLO**, *On-site and laboratory investigation on the 16th-17th century masonries: The Foxi defensive tower - Sardinian Cagliari Gulf*, in R. TYKOT (a cura di), *Proceedings of the 38th International Symposium on Archaeometry*, May 10th-14th, Tampa, Florida, *Open Journal of Archaeometry*, 1:e13, 2013, pp. 63-67.
- C. GIANNATTASIO**, *Cap. I. Quadro conoscitivo*, in AA.VV., *Manuale*

Bibliografia

tecnico degli interventi sulla fruizione dei siti fortificati. For Access. Accessibilità sostenibile e gestione comune delle fortificazioni difensive, Genova 2013, pp. 12-29.

C. GIANNATTASIO, D.R. FIORINO, S.M. GRILLO, G. VACCA, *Conservation and valorization of historical building: the case-study of Stampace quarter in Cagliari (Sardinia, Italy)*, in *Heritage 2012, 3rd International Conference on Heritage and Sustainable Development*, 2012, vol. III, pp. 1777-1786.

C. GIANNATTASIO, S.M. GRILLO, *Traditional masonry techniques and characterization of materials: the Mezzaspiaggia tower (Cagliari, Sardinia)*, in MAARTEN A.T.M. BROEKMANS (a cura di), *10th ICAM Proceedings - International Council for Applied Mineralogy (Trondheim, Norway, 1-5 august 2011)*, Library of the Geological Survey of Norway, Trondheim 2011, pp. 245-253.

C. GIANNATTASIO, S.M. GRILLO, *The Mezzaspiaggia tower (Cagliari-Italy): the dating of structures by the metrological-chronological analysis of masonry and the petro-geochemical stratigraphy of building materials*, in I. TURBANTI MEMMI (a cura di) *Proceedings of the 37th International Symposium on Archaeometry (Siena, May 12th-16 2008)*, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg 2011, pp. 489-494.

C. GIANNATTASIO, S.M. GRILLO, *Dating techniques through the characterization of materials. XVI century South Sardinian Coast defense towers*, in J.L. RUVALCABA SIL, J. REYES TRUJQUE, J.A. ARENAS ALATORRE, A. VELÁZQUEZ CASTRO (a cura di), *Proceedings of the 2nd Latin-American Symposium on Physical and Chemical Methods in Archaeology, Art and Cultural Heritage Conservation. Selected papers archaeological and arts issues in materials science - LASMAC & Archaeological and Arts Issues in Materials Science* (Cancun, Quintana Roo, Mexico, 16-20 agosto 2009), Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Autónoma de Campeche, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Mexico 2010, pp.146-152.

C. GIANNATTASIO, V. PINTUS, M. PORCU, P. SCARPELLINI, *L'analisi del patrimonio edilizio. Cronologia delle strutture e caratteri costruttivi*, in C. GIANNATTASIO, P. SCARPELLINI, *Proposte per Stampace. Idee per un piano di conservazione del quartiere storico cagliaritano*, Roma 2009, pp. 49-54.

C. GIANNATTASIO, *Lo stato dell'arte sullo studio delle tecniche costruttive in Sardegna*, in V. PRACCHI, *Lo studio delle tecniche costruttive storiche: stato dell'arte e prospettive di ricerca*, Como 2008, pp. 53-57.

A. GIL ALBARRACÍN, *Baterías, fortalezas y torres: el patrimonio defensivo de la costa de la provincia de Granada, in Bienes, Paisajes e Itinerarios*, Revista PH, n. 87, aprile 2015, pp. 64-77.

V.A. GIRELLI; *Tecniche digitali per il rilievo, la modellazione tridimensionale e la rappresentazione nel campo dei beni culturali*, tesi di dottorato in Scienze geodetiche e topografiche, XIX ciclo, Università di Bologna, 2005.

A. GIUFFRÈ (a cura di), *Sicurezza e conservazione dei centri storici: il caso Ortigia. Codice di pratica per gli interventi antisismici nel centro storico*, Roma, 2006.

A. GIUFFRÈ, *Lecture sulla meccanica delle murature storiche*, Roma, 1991.

A.M. GRAZIANI *La Corse génoise: économie, société, culture: période moderne, 1453-1768*. Vol. 5., Ajaccio, 1997.

A.M. GRAZIANI, *Les tours littorales*, Ajaccio 1992.

A. GUARDUCCI, M. PICCARDI, L. ROMBAI, *Torri e fortezze della Toscana tirrenica : storia e beni culturali*, Livorno 2014.

G. GUERRINI (a cura di), *Torri e castelli della provincia di Grosseto (Amministrazione Provinciale di Grosseto)*, Siena 1999.

L. GUÍA MARÍN, *Defensa de la costa: concordàncies d'actuació del poder polític: València i Sardenya en la segona meitat del segle XVI*, in *El poder real en la Corona de Aragón (siglos XIV-XVI)*, Actas del XV Congreso de Historia de la Corona de Aragón, Jaca, settembre 1993, Zaragoza, tomo I, vol. III, pp. 121-134.

P. GUILBERT ET ALII, *The Use of Dating Methods for Studying Building Materials and Constructions: State of the Art and Current Challenges*, in *IVth International Congress on Construction History*, Parigi 3-7 luglio 2012, pp. 469-479.

F. GURRIERI, *Restauro e Conservazione. Carte del restauro, norme, convenzioni e mozioni sul patrimonio architettonico ed artistico*, Firenze 1992.

R. GUTIÉRREZ CRUZ, *Los presidios españoles del norte de África en*

tiempos de los Reyes Católicos. Málaga, Melilla 1997.

H

E. C. HARRIS, *Estratigrafia de estructuras en pie*, in *Gabinete de Arqueologia*, vol.III , 2004, pp.79-87.

E. C. HARRIS, *The Stratigraphy of Standing Structures*, con alcune considerazioni in nota di R. PARENTI, *Archeologia dell'Architettura*, vol. VIII, 2003, pp. 9-16.

E. C. HARRIS, *Principles of Archaeological Stratigraphy*, Londra 1979.

A. W. HENDRY, *Stativa delle strutture in muratura di mattoni*, Bologna, 1986.

A. C. HESS, *The forgotten frontier: A history of the sixteenth-century Ibero-African frontier*, Chicago, 1978.

J. J. HERMANN, N. HERZ, R. NEWMAN, *Asmosia 5, Interdisciplinary Studies on ancient stone – Proceedings of the fifth International conference of the association for the study of marble and other stones in antiquity, Museum of fine arts (Boston, June 11-15, 1998)*, London 2002.

A. HOPPEN, *The fortification of Malta by the Order of St. John 1530-1798*, Great Britain, 1979.

I

ICCD, *Criteri di descrizione delle tecniche murarie per la predisposizione di moduli schedografici codificati, ricognizione bibliografica*, 2012.

ICCD, Soprintendenza archeologica di Roma, *Norme per la redazione della scheda del saggio stratigrafico*, Roma, 1984.

ICOMOS, *Principi per l'analisi, la conservazione e il restauro strutturale del patrimonio architettonico*, Victoria Falls, 2003.

J

J. F. JIMÉNEZ ALCÁZAR, *La frontera mediterránea en el siglo XVI: el ejemplo lorquino*, in C. M. CREMADES GRIÑÁN (a cura di), *La Invencible*. Córdoba, Córdoba, 1989, pp. 61-74.

K

T.P. KERSTEN, M. LINDSTAEDT, *Image-Based Low-Cost Systems for Automatic 3D Recording and Modelling of Archaeological Finds and Objects*, in *Progress in Cultural Heritage Preservation. 4th International Conference, EuroMed 2012, Limassol, Cyprus, October 29 – November 3, 2012. Proceedings, Series Lecture Notes in Computer Science*, vol. 7616, 2012, pp 1-10.

A. KOUTSOUDIS ET ALII, *Multi-image 3D reconstruction data evaluation*, in *Journal of Cultural Heritage*, Vol. 15, Issue 1, Gennaio–Febbraio 2014, pp. 73–79.

L

L. LAI, *Archeologia dell'Architettura e Tecnologie per lo studio dell'insediamento umano medievale e post-medievale: le chiese rurali della bassa valle del Cedrino (Sardegna)*, Tesi di dottorato in Scienze e tecnologie per l'archeologia e i beni culturali, Università degli Studi di Ferrara, ciclo XXVII, 2015.

L. LAI, *Archeologia dell'Architettura nella città di Bosa*, in A. MATTONE, M.B.COCCO (a cura di), *Bosa. La città e il suo territorio dall'età antica al mondo contemporaneo*, Atti del Convegno di Studi, Bosa, 24-25 ottobre 2014, in stampa.

L. LAI ET ALII, *3D Recording and Total Archaeology: from Landscapes to Historical Buildings*, in *International Journal of Heritage in the Digital Era*, 2012, vol.1, n.3, pp. 443-460.

A. LAPIDARI, *Accessibilità e fruizione*, in AA.VV., *Manuale tecnico degli interventi sulla fruizione dei siti fortificati. For Access. Accessibilità sostenibile e gestione comune delle fortificazioni difensive*, Sagep Editori, Genova 2013, pp. 64-71.

P.G. LEONARDI, *Le torri costiere d'Italia*, Firenze 1991.

A. LOCHE, F. MANCA COSSU, *Torri costiere della Provincia di Oristano:*

storia immagini progetti di riuso, catalogo della mostra a cura di Mena Manca Cossu, Alberto Loche, Cabras 2002.

J.E. LÓPEZ DE COCA CASTAÑER, *Financiación Mudejar del sistema de vigilancia costera en el Reino de Granada (1492-1501)*, in *Historia. Instituciones. Documentos*, 1976, 3, pp. 397-416.

M

M. MAFRICI, *La difesa delle coste meridionali nei secoli XVI-XVII: tecnici e tecnologie*, in *Annali del Centro Studi Antonio Genovesi*, I, 1988, pp. 31-106.

G. MAGENES, S. LAGOMARSINO, *Linee di ricerca 1. Valutazione e riduzione della vulnerabilità di edifici in muratura*, Napoli 2005.

R. MANETTI, *Le torri costiere del litorale toscano. Loro territorio e antico ruolo di vigilanza costiera*, Firenze 1991.

T. MANNONI, *Archeologia della produzione architettonica. Le tecniche costruttive*, in *Arqueologia de la arquitectura*, n.4, 2005, pp. 11-19.

T. MANNONI, A. BOATO, *Archeologia e storia del cantiere di costruzione*, in *Arqueologia de la arquitectura*, 1, 2002, pp.39-53

T. MANNONI, C. CIRIELLO, *Atlante dei tipi costruttivi murari in Italia settentrionale*, in M. GUCCIONE (a cura di), *La protezione del patrimonio culturale. La questione sismica*. Atti del II Seminario nazionale di studio, Roma, 1998, pp. 87-99.

T. MANNONI, *Archeometria geoarcheologia dei manufatti*, Genova, 1994.

T. MANNONI, *Tradizioni liguri nell'impiego delle pietre*, in P. MARCHI (a cura di), *Pietre di Liguria*, Genova, 1993, pp. 37-44.

T. MANNONI, *Archeologia ed archeometria dei muri in pietra, superfici e strutture in Liguria*, in *Le pietre nell'architettura: struttura e superfici*, Bressanone 1991, pp. 151-162.

T. MANNONI, *Introduzione all'archeometria*, in T. MANNONI, A. MOLINARI, (a cura di), *Scienze in archeologia. Il Ciclo di Lezioni sulla Ricerca applicata in Archeologia (Certosa di Pontignano 1988)*, Firenze 1990, pp. 27-34.

T. MANNONI, M. MILANESE, *Mensiocronologia*, in R. FRANCOVICH, R. PARENTI, (a cura di), *Archeologia e restauro dei monumenti : 1. ciclo di lezioni sulla ricerca applicata in archeologia : Certosa di Pontignano (Siena), 28 settembre-10 ottobre 1987*, Firenze 1988, pp. 383-402.

T. MANNONI, *Metodi per la datazione dell'edilizia storica*, in *Archeologia medievale*, A, XI, 1984, pp. 11-19.

L. MARINO, *Il rischio nelle aree archeologiche*, Firenze 2013.

L. MARINO, *Il calcestruzzo armato con barre di legno nell'architettura medievale. Interpretazione e conservazione*, in *Il calcestruzzo per l'edilizia del nuovo millennio Progetto e tecnologia per il costruito*, atti del II Congresso Internazionale Concrete 2012, Termoli 25-26 ottobre 2012.

L. MARINO, C. PIETRAMELLARA, *Tecniche edili tradizionali: contributi per la conoscenza e la conservazione del patrimonio archeologico*, Firenze 1999.

L. MARINO, *Il rilievo per il restauro*, Milano 1990.

L. MARINO, *Archeologia e restauro, restauro dell'archeologia*, R. FRANCOVICH, R. PARENTI, (a cura di), *Archeologia e restauro dei monumenti: 1. ciclo di lezioni sulla ricerca applicata in archeologia : Certosa di Pontignano (Siena), 28 settembre-10 ottobre 1987*, Firenze 1988, pp. 135-155.

L. MARINO, *La difesa costiera contro i Saraceni e la visita del marchese di Celenza alle torri di Capitanata*, Campobasso 1977.

J.M. MARTÍN CIVANTOS, *Ensayo de análisis comparativa de técnicas, materiales y tipos constructivos en las fortificaciones medievales del Zenete (Granada)*, in *Miscelánea Medieval Murciana*, vol. XXV-XXVI, 2001-2002, pp. 183-220.

J. E. MARTÍNEZ FERRANDO, *Un plan de defensa militar de Cerdeña en el año 1618 in Studi storici in onore di Francesco Loddo Canepa*, vol. I, 1959, pp. 139-146.

A. MATTONE, *Il Regno di Sardegna e il Mediterraneo nell'età di Filippo II. Difesa del territorio e accentramento statale*, in *Studi storici*, Anno 42, n. 2, 2001, pp. 263-335.

A. MATTONE, *Le istituzioni militari*, in B. ANATRA, A. MATTONE, R. TURTAS, *L'età moderna: dagli aragonesi alla fine del dominio spagnolo*, Milano 1989, pp. 65-107.

199

F. MAURICI, A. FRESINA, F. MILITELLO (a cura di), *Le torri nei paesaggi costieri siciliani (secoli XIII-XIX)*, Palermo, 2008.

F. MAURICI, A. MORABITO, R. ALONGI, *Il sistema delle torri costiere del trapanese : un segno della storia mediterranea*, Palermo 2006.

F. MAURICI, *Le difese costiere della Sicilia (secoli VI-XV)*, in *Castrum 7: zones côtières littorales dans le monde méditerranéen au Moyen Âge*, Collection de l'École française de Rome, Madrid, 2001.

S. MAZZARELLA, R. ZANCA, *Il libro delle Torri, le torri costiere di Sicilia nei secoli XVI-XX*, Palermo, 1985.

G. MELE, *La difesa dal Turco nel Mediterraneo occidentale dopo la caduta di La Goletta (1574)*, in B. ANATRA, G. MURGIA (a cura di), *Sardegna, Spagna, Mediterraneo dai Re Cattolici al Secolo d'Oro*, Roma 2004.

G. MELE, *Torri e cannoni*, Sassari 2000.

M.G. MELE, *Verso la creazione di sistemi e sub-sistemi di difesa del Regno di Sardegna: piazzeforti, galere e prime torri nella prima metà del Cinquecento*, in P. RODRÍGUEZ NAVARRO, (a cura di), *Defensive architecture of the Mediterranean, XV to XVIII centuries, Proceedings of International Conference on Modern Age fortifications of the western Mediterranean coast-FORTMED*, Valencia 15-18 ottobre 2015, 2015, vol. I, pp. 117-124.

M.G. MELE, *Mare, uomini e terre di frontiera*, in M.G. MELE, G. SERRELI (a cura di), *Sarrabus. Torri, mare e territorio*, Dolianova 2007, pp. 89-120.

M.G. MELE, G. SERRELI (a cura di), *Sarrabus: torri, mare e territorio : la difesa costiera dalle incursioni barbaresche*, Dolianova 2007.

P. MELONI ET ALII, *Durability of repair mortars used in restoration of a Sardinian coastal tower: assessment after ten years*, in P. RODRÍGUEZ NAVARRO, (a cura di), *Defensive architecture of the Mediterranean, XV to XVIII centuries, Proceedings of International Conference on Modern Age fortifications of the western Mediterranean coast-FORTMED*, Valencia 15-18 ottobre 2015, 2015, vol. II, pp. 397-404.

J.L. MÉNENDEZ FUEYO, *Guardianes del miedo. El sistema de defensa de la huerta marítima de Alicante durante el siglo XVI*, in P. RODRÍGUEZ NAVARRO, (a cura di), *Defensive architecture of the Mediterranean, XV to XVIII centuries, Proceedings of International Conference on Modern Age fortifications of the western Mediterranean coast-FORTMED*, Valencia 15-18 ottobre 2015, 2015, vol. II.

J.L. MÉNENDEZ FUEYO, *Conquistar el miedo, dominar la costa. Arqueología del paisaje de la defensa de la costa en la provincia de Alicante (siglos XIII-XVI)*, Tesis doctoral, 2 volumenes, Universidad de Alicante, Alicante 2014.

J.L. MÉNENDEZ FUEYO, *Guardianes de la frontera costera. El sistema de torres del Sinus Illicitanus en el siglo XVI*. In *Santa Pola, arqueología y museo*, Alicante 2012, pp. 1-8.

J.L. MÉNENDEZ FUEYO, *La red de torres para la defensa del litoral costero en la provincia de Alicante durante el siglo XVI: Una propuesta de evolución cronotipológica*, in *Mil Anos de Fortificações na Península Ibérica e no Magreb (500-1500)*, Simposio Internacional sobre los Castelos (Palmela), 2002, pp. 733-759.

J.L. MÉNENDEZ FUEYO, *Centinelas de la costa: torres de defensa y de la huerta de Alicante*, Alicante 1997.

J.L. MÉNENDEZ FUEYO, *Estudio arqueológico de las torres de defensa costera en la provincia de Alicante*, Tesis de Licenciatura, 3 tomos, Original Mecanoescrito, Universidad de Alicante, Alicante 1996.

J.L. MÉNENDEZ FUEYO, J. JOVER MAESTRE, *Hacia una tipología de las torres de la huerta de Alicante en el siglo XVI*, in *I Congreso de Castellología Ibérica*, Aguilar de Campoo 1994, pp. 385-404.

J.L. MÉNENDEZ FUEYO, F. J. JOVER MAESTRE, *Torres de la huerta y costa en el siglo XVI: El ejemplo de la ciudad de Alicante*, in *IV Congreso de Arqueología Medieval Española*, Alicante 1993, Tomo II, pp. 505-515.

J.L. MÉNENDEZ FUEYO, F. J. JOVER MAESTRE, *Estudi arqueològic de les torres de l'horta d'Alacant al segle XVI*, *Butlletí de la Associació Arqueològica de Castelló*, Castellón de la Plana 1993, n.13, pp. 23-30.

U. MENICALI, *I materiali dell'edilizia storica, tecnologia e impiego dei materiali tradizionali*, Roma 1992.

N. MICHELETTI, J.H. CHANDLER, S.N. LANE, *Structure from Motion (SfM) Photogrammetry*, In *Geomorphological Techniques*, Cap. 2, Sec. 2.2, 2015, p. 1-12.

M. MILANESE, *Archeologia delle piazzeforti spagnole della Sardegna nord-occidentale (Alghero Bosa e Castelsardo)*, in *Archeologia*

Bibliografia

Postmedievale, vol. 13, 2012, pp. 141-170.

M. MILANESE, *Paesaggi rurali e luoghi del potere nella Sardegna medievale*, in *Archeologia Medievale*, XXXVII, 2010, pp. 247-258.

M. MILANESE, *Castelsardo: archeologia di una fortezza dai Doria agli Spagnoli*, Sassari 2010.

M. MILANESE, *Post-Medieval Archaeology in Italy: general issues and ten years of researches (1995-2005)*, in J. UNWIN, *Specialization and fragmentation-Interpretation of processes in Sheffield's metalworking industries*, Firenze 2007 pp. 41-50.

M. MILANESE, *Alghero : archeologia di una città medievale*, in *Archeologia postmedievale: società, ambiente, produzione*, 1998, vol.2, n.2, pp. 9-54.

M. MILANESE, *Recherches récentes d'archéologie médiévale en Corse, Patrimoine d'une île*, in *Archeologia medievale: cultura materiale, insediamenti, territorio*, 1996, vol.23, pp. 786-789.

C. MILETO, F. VEGAS, *El análisis estratigráfico constructivo como documentación de la materialidad y guía para su conservación en el proyecto de restauración: las Torres de Serranos de Valencia y la Torre del Homenaje del Castillo de Cofrentes (Valencia)*, *Arqueología de la Arquitectura*, n.2, 2003, pp. 205-211.

G. MONTALDO, B. PANI, *Le torri costiere: un formidabile sistema di difesa del Regno di Sardegna nella Corona di Spagna*. In B. ANATRA ET ALII (a cura di), *Contra moros y turcos. Politiche e sistemi di difesa degli stati mediterranei della corona di Spagna in Età Moderna*. Atti del Convegno internazionale di studi Villasimius-Baunei 20-24 settembre 2005, Dolianova 2010, v. 2, p. 759-766.

G. MONTALDO, *Le torri costiere della Sardegna*, Sassari 1992.

G. MONTALDO, *Apprestamenti difensivi costieri*, in T.K. KIROVA (a cura di), *Arte e cultura del '600 e del '700 in Sardegna*, Napoli 1984, pp. xx-xx.

C.M. MORALES, E. DE VEGA GARCÍA, *Arqueología aplicada al estudio e interpretación de edifi cios históricos, Últimas tendencias metodológicas*, Subdirección General de Publicaciones, Información y Documentación, 2010.

H. MORILLAS ET ALII, *Analytical Methodology to diagnose the impact of different environmental stressors in historical buildings close to the sea*, in *Proceedings of 6th International Congress Science and Technology for the Safeguard of Cultural Heritage in the Mediterranean Basin*, Atene, 22-25 Ottobre 2013.

A. MOROPOULOU ET ALII, *San Francisco Monastery, Quito, Ecuador: characterisation of building materials, damage assessment and conservation considerations*, in *Journal of Cultural Heritage*, n. 4, 2003, pp. 101-108.

A. MOROPOULOU, A. BAKOLAS, K. BISBIKOU, *Investigation of the technology of historic mortars*, in *Journal of Cultural Heritage*, n. 1, 2000, pp. 45-58.

D. MUÑOZ BORT, *El ingeniero Luis de Montalbán y la fortificación de las costas de Andalucía*, in *Erebea, Revista de Humanidades y Ciencias Sociales*, n. 3, 2013, pp. 293-327.

J. D. MUÑOZ RODRIGUEZ, *Torres sin defensa, defensa sin torres. Las fortificaciones en el Resguardo de la Costa Murciana a finales del siglo XVII*, in *Actas de las V Jornadas sobre Fortificaciones, Piratería y Corsarismo en el Mediterráneo*, Cartagena-Aforca, 2006.

G.MURGIA, *Presenza Corsara nel Mediterraneo occidentale e problemi di difesa nel Regno di Sardegna (secoli XVI-XVII)*, in B. ANATRA ET ALII (a cura di), *Contra moros y turcos. Politiche e sistemi di difesa degli stati mediterranei della corona di Spagna in Età Moderna*. Atti del Convegno internazionale di studi Villasimius-Baunei 20-24 settembre 2005, Dolianova 2010, vol. 1, p. 155-196.

S.MURRU, *Affinities in construction techniques of a unitary project: the coastal towers of the Asinara Island (Sardinia)*, in P. RODRIGUEZ NAVARRO, (a cura di), *Defensive architecture of the Mediterranean, XV to XVIII centuries, Proceedings of International Conference on Modern Age fortifications of the western Mediterranean coast-FORTMED*, Valencia 15-18 ottobre 2015, 2015, vol. II, pp. 243-250.

S. MURRU, *Cerdeña y Córsega: intercambios de saberes constructivos en la fabricación de las torres costeras*. In S. HUERTA, F. LÓPEZ ULLOA (a cura di), *Actas del Octavo Congreso Nacional de historia de la construcción, Madrid x-x ottobre 2013*, Madrid 2013, vol. 2, p. 757-766.

S. MURRU, *Investigating 500-year-old coastal towers in Sardinia and Corsica: a multi-disciplinary research protocol*. In: W. ADDIS (a cura di), *Proceedings of the ICE – Engineering History and Heritage*, 167:2, 2014,

pp. 88-99.

S.F. MUSSO, *Recupero e restauro degli edifici storici*, Roma 2006.

S.F. MUSSO, *«Construction history» and «Construction of histories»*. *University education and the future of construction history*, in S. HUERTA (a cura di), *Proceedings of the First International Congress on Construction History*, Madrid, 20-24 gennaio 2003, pp. 1509-1517.

S.F. MUSSO, *Architettura segni e misura. Repertorio di tecniche analitiche*, Bologna 1995, p. 257.

S. MUTALIPASSI, *Un sistema di fortificazioni nel salernitano: le torri costiere della Piana del Sele. Conoscenza e indirizzi di conservazione*, Tesi di dottorato in Conservazione dei beni architettonici, Università degli Studi di Napoli Federico II, 2006.

G. MUTO, *«Del mirar le forze proprie». Il sistema di fortificazioni nel Mezzogiorno spagnolo nella prima età moderna*, in B. ANATRA ET ALII (a cura di), *Contra moros y turcos. Politiche e sistemi di difesa degli stati mediterranei della corona di Spagna in Età Moderna*. Atti del Convegno internazionale di studi Villasimius-Baunei 20-24 settembre 2005, Dolianova 2010, vol. 1, pp. 31-48.

N

M. NALDINI, D.TADDEI, *Torri, castelli, rocche, fortezze. Guida a mille anni di architettura fortificata in Toscana*, Firenze 2003.

S. NOCCO, *Torri e piazzeforti nella Sardegna moderna. Fonti cartografiche e documentarie nella lettura delle trasformazioni territoriali del paesaggio costiero sardo tra XVI e XVIII secolo*, in P. RODRIGUEZ NAVARRO (a cura di), *Defensive architecture of the Mediterranean*, op. cit., vol. 1, pp.139-146.

O

R. OPITZ ET ALII, *Close-range photogrammetry vs. 3D scanning: Comparing data capture, processing and model generation in the field and the lab*. In *The Conference of Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA) Southampton 2012*.

G. ORTU, A. SANNA, *Atlante delle culture costruttive della Sardegna. Le geografie dell'abitare*, Roma 2009.

G. ORTU, A. SANNA, *Atlante delle culture costruttive della Sardegna. Approfondimenti*, Roma 2009.

P

J.F. PARDO MOLERO, J.J. RUIZ IBÁÑEZ, *Una monarquía, dos reynos y un mar. La defensa de los reinos de Valencia y Murcia en los siglos XVI y XVII*, in R. CANCELILA, *Mediterraneo in armi (secc.XV-XVIII)*, tomo II, Palermo 2007, pp. 429-465.

J.F. PARDO MOLERO, *La defensa del imperio. Carlos V, Valencia y el Mediterráneo*, Madrid 2001.

J.F. PARDO MOLERO, *Proyectos y obras de fortificación en la Valencia de Carlos V*, in *Estudis: Revista de Historia Moderna*, n.26, Valencia, 2000, pp. 137-176.

R. PARENTI, *Dalla stratigrafia all'archeologia dell'architettura. Alcune recenti esperienze del laboratorio senese*, in *Arqueologia de la arquitectura*, n.1, 2002, pp. 73-82.

R. PARENTI, *Le tecniche di documentazione per una lettura stratigrafica dell'elevato*, in R. FRANCOVICH, R. PARENTI, (a cura di), *Archeologia e restauro dei monumenti : 1. ciclo di lezioni sulla ricerca applicata in archeologia : Certosa di Pontignano (Siena)*, 28 settembre-10 ottobre 1987, Firenze 1988, pp. 249-279.

R. PARENTI, *Sulle possibilità di datazione e di classificazione delle murature*, in R. FRANCOVICH, R. PARENTI, (a cura di), *Archeologia e restauro dei monumenti : 1. ciclo di lezioni sulla ricerca applicata in archeologia : Certosa di Pontignano (Siena)*, 28 settembre-10 ottobre 1987, Firenze 1988, pp. 280-304.

R. PARENTI, *Una proposta di classificazione tipologica delle murature postclassiche*, in G. BISCONTIN, R. ANGELETTI (a cura di), *Conoscenze e sviluppi teorici per la conservazione di sistemi costruttivi tradizionali in muratura*, Atti del Convegno di Studi, Bressanone 23-26 Giugno 1987, pp. 49-61.

R. PARENTI, *La lettura stratigrafica delle murature in contesti*

archeologici e di restauro architettonico, in *Restauro&Città*, n. 2, 1, 1985, pp.55-68.

R. PARENTI, *Le strutture murarie: problemi di metodo e prospettive di ricerca*. In *Archeologia Medievale*, vol. X, 1983, pp. 332-338.

B. PERI, A. MONSÚ SCOLARO, A. PILI, A. URGU, *Centri storici e piani particolareggiati. Alcune esperienze*, in G. MACIOCCO (a cura di), *Il territorio, la memoria, il progetto*, Milano, 2010, pp. 222-245 e 255-260.

E. PECCHIONI, F. FRATINI, E. CANTISANI, *Le malte antiche e moderne tra tradizione e innovazione*, Bologna 2008.

R. PICONE, *Il rudere architettonico nella storia del restauro*, in *Confronti*, 2012, pp. 27-40.

R. PICONE, *Conservazione e accessibilità. Il superamento delle barriere architettoniche negli edifici e nei siti storici*, Napoli 2004.

R. PICONE, S. CASIELLO, E. ROMEO, *Criteri e metodi per la catalogazione dei beni culturali*, Napoli 1996.

R.J. PEDREGOSA MEGÍAS, *Una intervención arqueológica en la Torre-atlaya del Espinar, Montefrío (Granada)*, in *Antiquitas*, n. 18-19, 2007, pp. 215-226.

C. PIETRAMELLARA, *L'uso del legno nelle murature antiche*, in C. PIETRAMELLARA, L. MARINO, *Tecniche edili tradizionali: contributi per la conoscenza e la conservazione del patrimonio archeologico*, Firenze 1998, pp. 37-40.

E. PILLOSU, *Un inedito rapporto cinquecentesco sulla difesa costiera della Sardegna*, in *Nuovo bollettino bibliografico sardo*, 21-24, 1959 e 25, 1960.

E. PILLOSU, *Le torri litoranee in Sardegna*, Cagliari 1957.

A. PIRINU, *Il disegno dei baluardi cinquecenteschi nell'opera dei fratelli Palearo Fratino. La piazzaforte di Alghero*, tesi di dottorato, Università di Cagliari, ciclo XXIII, 2010.

A. PIRINU, *Fortificazioni "alla moderna" in Sardegna: il disegno degli ingegneri militari*, in AA.VV., *X Congresso international expresión gráfica aplicada a la edificación. Nuevas líneas de investigación en Ingeniería de edificación*, Alicante, 2-4 dicembre 2010, pp. 315-324.

C. PISU, P. CASU, *Photo-modeling and cloud computing. Application in the survey of late gothic architectural elements*, in: J. BOEHM, *Proceedings of 3D Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures (3D-ARCH 2013)*, *International Archives of the Photogrammetry*, Trento, 25-26 Febbraio, ISPRS, Vol. XL-5/W1, 2013, pp.43-50.

C. PISU, P. CASU, *Cloud GIS and 3D modeling to enhance Sardinian late gothic architectural heritage*. In *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Atti del XXIV International CIPA Symposium, Strasbourg 2-6 Settembre 2013, Volume XL-5/W2, 2013, pp. 489-494.

V. PRACCHI (a cura di), *Lo studio delle tecniche costruttive storiche: stato dell'arte e prospettive di ricerca*, Como 2008.

P. PRIMAVORI, *I materiali lapidei della Sardegna*, Villaspeciosa 2011.

M.G. PUTZU, *Tecniche costruttive murarie medievali. La Sardegna*, Roma 2015.

M.G. PUTZU, D. ESPOSITO, *Tecniche costruttive*, in *Instruments and Methodologies for Cultural Heritage Conservation and Valorisation*, 2012, pp. 58-65.

M.G. PUTZU, *Tecniche costruttive murarie medievali in Sardegna fra il X e il XV secolo*, in S. HUERTA, R. MARÍN, R. SOLER, A. ZARAGOZA (a cura di), *Actas del VI Congreso Nacional de Historia de la construcción*, Valencia, 21-24 ottobre 2009, Valencia 2009, pp. 1125-1135.

M.G. PUTZU, *Tecniche costruttive medievali in Sardegna fra il X e il XV secolo: persistenze e innovazioni*, in C. VARAGNOLI (a cura di), *Muri Parlanti. Prospettive per l'analisi e la conservazione dell'edilizia storica*, Atti del Convegno, Pescara 26-27 Settembre 2008, Firenze 2009, pp. 91-102.

M.G. PUTZU, *Interpretazioni fra le antiche mura sarde*, in *Recuperare l'edilizia*, Milano 2009, n.59, pp. 41-45.

M.G. PUTZU, *Ricomposizione e ricostruzione dei partiti architettonici degli edifici antichi: metodologie a confronto*, in *ARKOS scienza e restauro dell'architettura*, n.s, V, 7, Firenze 2004, pp. 16-21.

M.G. PUTZU, *Progetto archeologico, progetto architettonico*, in *ARKOS scienza e restauro dell'architettura*, n.s IV, 5, Firenze 2003, pp. 18-25.

M.G. PUTZU, *Estratto della tesi Testimonianze del gotico arborense, problemi di conservazione (1250-1350)* in *Bollettino della Biblioteca della facoltà di architettura dell'Università degli studi di Roma "La Sapienza"*, Roma 2002, pp. 174-175.

201

Q

J.A. QUIRÓS CASTILLO, *Arqueología de la Arquitectura en España*, in *Arqueología de la Arquitectura*, n. 1, 2002, pp.27-38.

J.A. QUIRÓS CASTILLO, *La sillería y las técnicas constructivas medievales: historia social y técnica de la producción arquitectónica*, in *Archeologia medievale*, XXV, 1998, pp. 235-246.

R

G. RANIERI, *Metodi non distruttivi per lo studio del degrado architettonico e statico delle costruzioni*, in G.G. ORTU, A. SANNA (a cura di), *Atlante delle culture costruttive della Sardegna. Approfondimenti*, Roma 2009.

M. RASSU, *Sentinelle del mare. Le torri della difesa costiera della Sardegna*, Dolianova 2005.

M. RASSU, *Guida alle torri e ai forti costieri*, Cagliari 2000.

M. RASSU, *Quelle fortezze progettate al risparmio salvarono la Sardegna dai pirati*. In *Informazione, Periodico dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Cagliari*, 1999, n. 83, pp. 18-23.

M. RASSU, *Itinerario nel Capo Carbonara*. In *Sardegna Magazine New*, dicembre 1995, p.19.

M. RASSU, *Serpentara, l'epopea di una torre*. n *Sardegna Magazine New*, ottobre 1995, p.16.

M. RASSU, *I 400 anni della Torre di Portoscuso*. In *Sardegna Magazine New*, giugno 1995, p.11.

M. RASSU, *Itinerario costiero nel Sinis*. In *Sardegna Magazine New*, aprile 1995, p.14.

M. RASSU, *La Torre di Porto Paglia*. In *Sardegna Magazine New*, maggio 1994, p.11.

M. RASSU, *Il forte sabaudo di Sant'Antioco*. In *Sardegna Magazine New*, marzo 1994, p.11.

REGIONE LIGURIA, *Linee guida per un recupero urbano bioecocompatibile*, 2004.

REGIONE SARDEGNA, *Assessorato degli Enti Locali, Finanze ed Urbanistica, La tutela del paesaggio nei centri di antica e prima formazione, linee guida*, 2009.

E. REMONDINO ET ALII, *State of the art in high density image matching*, in *The Photogrammetric Record*, Vol. 29, Issue 146, pp. 144-166, June 2014.

F. REMONDINO, *Rilievo e modellazione 3D di siti e architetture complesse*, in *DISEGNARECON*, 4/8 dicembre 2011;

F. REQUENA AMORAGA, *La defensa de las costas valencianas en la época de los Austrias*, Alicante, 1997.

N. REVEYRON, *L'archéologie du bâti en France*, in *Archeologia dell'architettura*, n. XV, 2010, pp. 29-44.

N. REVEYRON, *L'apport de l'archéologie du bâti dans la monographie d'architecture*, In *Situ*, n. 2, 2002.

P. ROCCA, *Pesi e misure antiche di Genova e del Genovesato*, Genova 1871.

E. ROCCHI, *Le fonti storiche dell'architettura militare*, Roma, 1908.

P. RODRÍGUEZ NAVARRO, (a cura di), *Defensive architecture of the Mediterranean, XV to XVIII centuries*, *Proceedings of International Conference on Modern Age fortifications of the western Mediterranean coast-FORTMED*, Valencia 15-18 ottobre 2015, 2015, vol. I, II e III.

G. ROSSELLÓ BORDOV, *Mallorca: Arquitectura defensiva 'versus' cartografía turca*, in B. ANATRA ET ALII (a cura di), *Contra moros y turcos. Politiche e sistemi di difesa degli stati mediterranei della corona di Spagna in Età Moderna*. Atti del Convegno internazionale di studi Villasisimius-Baune 20-24 settembre 2005, Dolianova 2010, v. 1, p. 474.

J.M. RUBIO PAREDES, *Historia de las torres vigías de la costa del Reino de Murcia (siglos XVI-XIX)*, Murcia 2000.

J.R. RUIZ CHECA ET ALII, *Una propuesta metodológica para el estudio de torres exentas en un ámbito territorial definido*, in A. RUIBAL (a cura di), *Actas del IV Congreso de Castellología*, Madrid 7-9 marzo 2012, pp. 457-478.

J.R. RUIZ CHECA, *Torres exentas en el ámbito del Júcar Medio (Cuenca)*. *Implantación territorial y caracterización constructiva*, tesi di dottorato in *Arquitectura, Edificación, Urbanismo y Paysaje*, Universitat

Bibliografia

Politécnica de Valencia, Luglio 2012.

J.J. RUIZ IBÁÑEZ, *La frontera de piedra: el desarrollo del sistema de defensa de la costa de Murcia, 1588-1602*, in P. SEGURA ARTERO (a cura di), *Actas del Congreso sobre la Frontera Oriental Nazarí como sujeto histórico (siglos XIII-XVI)*. Almería, 1997, pp. 657-662.

F. RUSSO, *Le torri costiere del Regno di Napoli: la frontiera marittima e le incursioni corsare tra XVI ed il XIX secolo*, Napoli 2009.

F. RUSSO, *Le torri vicereali anticorsare della costa d'Amalfi, Immagini e suggestioni della guerra di corsa*, Amalfi 2002.

F. RUSSO, *La difesa costiera dello Stato dei Reali Presidi di Toscana dal XVI al XIX secolo*, Roma 2002.

F. RUSSO, *La difesa costiera dello Stato pontificio dal XVI al XIX secolo*, Roma 1999.

F. RUSSO, *La difesa costiera del Regno di Sicilia dal XVI al XIX secolo*, Roma 1994, tomo I e II.

F. RUSSO, *La difesa costiera del Regno di Sardegna dal XVI al XIX secolo*, Roma 1992.

F. RUSSO, *La difesa costiera del Regno di Napoli dal XVI al XIX secolo*, Roma 1989.

S

V. SABA, *Le torri costiere di Marceddì e Capo San Marco: dall'analisi dei materiali al progetto di conservazione*, Tesi di laurea discussa nella Facoltà di architettura, Università di Cagliari, a.a. 2009-2010.

A.M. SALONE, F. AMALBERTI ET ALII, *La corse, image et cartographie*, Ajaccio 1992.

A. SANNA, *Il Sulcis e l'Iglesiente, l'edilizia diffusa e i paesi*, I Manuali del recupero dei centri storici della Sardegna, Roma 2009.

A. SANNA, F. CUBONI (a cura di), *Architettura in pietra delle Barbagie, dell'Ogliastra, del Nuorese e delle Baronie*, I manuali del recupero dei centri storici della Sardegna, Roma 2009.

A. SANNA, C. ATZENI (a cura di), *Architettura in terra cruda dei Campidani, del Cixerri e del Sarrabus*, I Manuali del recupero dei centri storici della Sardegna, Roma 2009.

A.L. SANNA ET ALII, *Sistemi Informatici Avanzati per l'analisi stratigrafica archeologica*, Technical Report CRS4 TR 03, CRS4, Center for Advanced Studies, Research, and Development in Sardinia, Number CRS4 TR 03, giugno 2003.

U. SANNA, M. ACHENZA (a cura di), *Il manuale tematico della terra cruda*, I manuali del recupero dei centri storici della Sardegna, Roma 2009.

U. SANNA, C. ATZENI (a cura di), *Il manuale tematico della pietra*, I manuali del recupero dei centri storici della Sardegna, Roma 2009.

P. SANPAOLESI, *Discorso sulla metodologia generale del restauro dei monumenti*, Firenze 1973.

C. SANTAGATI, L. INZERILLO, F. DIPAOLA, *Image-based modeling techniques for architectural heritage 3D digitalization: limits and potentialities*. In P. GRUSSEMAYER (a cura di), *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Atti del International CIPA Symposium, Strasbourg 2 – 6 Settembre 2013, Vol. XL-5/W2, pp. 550-560.

L. SANTORO, *Le torri costiere della Campania*, in *Napoli Nobilissima*, VI, 1967, p. 38-49.

P. SCARPELLINI, *Informazioni tecniche dall'analisi documentaria*, in G. ORTU, A. SANNA, *Atlante delle culture costruttive della Sardegna. La geografia dell'abitare*, Roma 2009, pp. 271-304.

G. SCATURRO, *Tecniche e materiali delle torri costiere cinquecentesche siciliane*, in G. FIENGO, L. GUERRIERO, *Atlante delle tecniche costruttive tradizionali: lo stato dell'arte, i protocolli della ricerca, l'indagine documentaria: atti del 1. e del 2. Seminario nazionale*, Napoli 2003.

F.G. SEIJO ALONSO, *Torres de vigia y defensa contra los piratas berberiscos en la costa del Reino de Valencia*, Valencia 1978.

A.L. SERPENTINI, *Aspects du système défensif de la Corse génoise aux XVII^{ème} - XVIII^{ème} siècle*, in B. ANATRA ET ALII (a cura di), *Contra moros y turcos. Politiche e sistemi di difesa degli stati mediterranei della corona di Spagna in Età Moderna*. Atti del Convegno internazionale di studi Villasimius-Baunei 20-24 settembre 2005, Dolianova 2010, vol. 1, pp. 293-307.

G. SERRELI, *Le opere di difesa delle attività produttive nel Regno di*

Sardegna nel XVI secolo. Il caso di Capo Carbonara, in RiMe, Rivista dell'Istituto di Storia dell'Europa Mediterranea, n. 1, dicembre 2008, pp. 121-131.

S. SIANO, *Note introduttive*, in S. SIANO (a cura di), *Archeometria e restauro*, Firenze 2012.

S. SIANO (a cura di), *Archeometria e restauro*, Firenze 2012.

A. SPAGNOLETTI, *Il Regno di Napoli, un'"isola" in continua guerra*, in B. ANATRA et al. (a cura di), *Contra moros y turcos. Politiche e sistemi di difesa degli stati mediterranei della corona di Spagna in Età Moderna*. Atti del Convegno internazionale di studi Villasimius-Baunei 20-24 settembre 2005, Dolianova 2010, v. 1, p. 15-30.

C. STEPHENSON, *The fortification of Malta 1530-1945*, Oxford 2004, pp. 7-28.

F. STRAZZULLO, *Documenti per la storia di castelli e torri nel Regno di Napoli*, Sorrento 1992.

F. STRAZZULLO, *Architetti e ingegneri napoletani dal '500 al '700*, Napoli 1969.

E. STUMPO, *Sovranità diretta e sovranità mediata. Due esempi diversi: Savoia e Medici nell'età di Filippo II*. In B. ANATRA, F. MANCONI (a cura di), *Sardegna, Spagna e Stati Italiani nell'età di Filippo II*, Atti del Convegno internazionale di studi storici nel IV centenario della morte di Filippo II, Cagliari, 5-7 novembre 1998, Cagliari 1999, p. 122-123.

T

T. TASSIOS, *Meccanica delle murature*, Napoli, 1988;

P.J. TAYLOR, R.J. JOHNSTON, *GIS and Geography*. In PICKLES J. (a cura di) *Ground Truth. The social implications of Geographic Information Systems*, London 1995, pp. 51-67.

T. TO, D. NGUYEN, G. TRAN, *Automated 3D architecture reconstruction from photogrammetric structure and motion: a case study of the "One Pilla" pagoda, Hanoi, Vietnam*, in *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Proceedings of 36th International Symposium on Remote Sensing of Environment, 11-15 May 2015, Berlin, Germany, Volume XL-7/W3, 2015, pp. 1425-1429.

G. TOLA, *La Gran Torre d'Oristano*, Cagliari 2003.

E. TORRES, *Guía de Arquitectura de Ibiza y Formentera (Islas Pitiusas)*, Barcelona 1981.

U

A. URGU, *San Michele di Murus. La conoscenza di un villaggio medievale scomparso attraverso lo studio della sua chiesa*, in M. MILANESE (a cura di), *QUAVAS Quaderni del Centro di Documentazione dei Villaggi Abbandonati della Sardegna*, n. IV, 2000.

A. URGU, *Le chiese rurali del nord-ovest della Sardegna. Il contributo dell'archeologia dell'architettura nello studio dei villaggi medievali scomparsi*, in A. LUONGO, M. PAPERINI (a cura di), *Medioevo in formazione II, tra ricerca e divulgazione*, vol. IV, 2014, p. 78-87.

V

D. VACCA, *Le torri costiere del Regno di Sardegna: costruzione, danni e restauri*, in P. RODRÍGUEZ NAVARRO (a cura di), *Defensive architecture of the Mediterranean*, op. cit., vol. 2, pp.327-332;

R. VALDECANTOS, *Las torres de almenara del litoral de la provincia de Cádiz (las torres de marina): estudio tipológico y consideraciones terminológicas*. In *Estudios de historia y de arqueología medievales*, n. XI, 1996, pp. 481-501;

R. VALDECANTOS, *La reciente restauración de torres de vigia en el litoral gaditano: de respeto ocioso al utilitarismo mixtificador*, in *Estudios de historia y de arqueología medievales*, n. 10, 1994, pp. 257-307;

R. VALDECANTOS, *Las torres de vigia de la bahía de Gibraltar*, in *Actas del Congreso Internacional "El Estrecho de Gibraltar"*, Ceuta, 1987, vol. 2, 1988, pp. 425-452.

C. VARAGNOLI (a cura di), *Muri parlanti. Prospettive per l'analisi e la conservazione dell'edilizia storica*, Firenze 2009.

C. VIRDIS, *La torre di Porto Giunco. Dalla scala del paesaggio al progetto di restauro*, tesi di laurea, Università di Cagliari, luglio 2015.

BIBLIOGRAFIA TEMATICA

Torri costiere della Sardegna

- G. ALEO**, *Successos generales de la Isla y regno de Sardeña proseguendo desde el ano de mille hasta el de 1325*, I-II, Cagliari, 1680.
- E. ALTARA**, *Guida alle torri costiere della Sardegna. 1000 anni di incursioni barbaresche*, Cortona 2007.
- M. CABRAS**, *Le opere del De Vincenti e dei primi ingegneri militari in Sardegna nel periodo 1720-1745*, in *Atti del XIII congresso di storia dell'architettura (Sardegna)*, Cagliari 6-12 aprile 1963, vol. I, pp. 291-310, vol. II, pp. 277-309.
- G. CARRO, D. GRIONI**, *Fortificazioni e sistemi difensivi in Sardegna nel periodo contemporaneo*, Cagliari 2005.
- P. CASTELLI**, *La progettazione del sistema territoriale di difesa*, in T.K. KIROVA (a cura di), *Arte e cultura del '600 e del '700 in Sardegna*, Napoli 1984, pp. xx-xx.
- F.C. CASULA**, *Il pericolo franco-turco nel Regno di Sardegna in epoca moderna*, in B. ANATRA ET ALII (a cura di), *Contra moros y turcos. Politiche e sistemi di difesa degli stati mediterranei della corona di Spagna in Età Moderna*. Atti del Convegno internazionale di studi Villasimius-Baunei 20-24 settembre 2005, Dolianova 2010, v. 1, p. 99.
- G. CONTEDDU**, *Legislazione passata e vigente e atti di amministrazione illustrativi sulle torri litoranee della Sardegna*. Sassari 1912.
- D.G. DE LAUNAY**, *Tavole comparative fra i pesi e misure del sistema metrico decimale ed i pesi e misure antiche del Regno di Sardegna*, Cagliari 1845.
- A. DELLA MARMORA**, *Quistioni marittime spettanti all'isola di Sardegna. Ragionamento del L.T.G. Alberto Della Marmora*, Cagliari, 1850.
- J.F. FARA**, *De chorographia Sardiniae: libri duo. De rebus sardois: libri quatuor*, Cagliari 1585, in V. ANGIUS, *De chorographia Sardiniae libri duo. De rebus Sardois libri quatuor*, Cagliari 1838.
- D.R. FIORINO, M. PINTUS** (a cura di), *Verso un atlante dei sistemi difensivi. Sardegna*, Napoli 2015.
- F. FOIS**, *Torri spagnole e forti piemontesi in Sardegna: contributo alla storia dell'architettura militare*, Cagliari 1981.
- S. GANGA, G.M. MURONI, P.G. VACCA**, *L'alcaidia delle torri: la torre di Bosa e il sistema difensivo costiero della Planargia e Montiferru nei secoli XVI e XVII*, catalogo della mostra, Bosa 1997.
- C. GIANNATTASIO**, *Les tours de défense côtière du sud de la Sardaigne. Techniques de construction et problématiques de conservation*, in L. BARIDON ET ALII (a cura di), *Actes du Deuxième Congrès Francophone d'Histoire de la Construction (CFHC)*, Lyon 29-31 gennaio 2014, 2014, pp. 979-992.
- C. GIANNATTASIO, S.M. GRILLO, S. MURRU**, *The Western Sardinian coast defensive towers (16th-17th century): an interdisciplinary approach for the chronological definition of masonries*, in G.T. Papanikos (ed.), *Proceedings of 4th Annual International Conference on Architecture* (Athens, July 7-10), ATINER conference papers series No. ARC 2014-1095, Athens Institute for Education and Research, Athens 2014, pp. 3-17.
- C. GIANNATTASIO, S. M. GRILLO**, *On-site and laboratory investigation on the 16th-17th century masonries: The Foxi defensive tower - Sardinian Cagliari Gulf*, in R. TYKOT (a cura di), *Proceedings of the 38th International Symposium on Archaeometry, May 10th-14th, Tampa, Florida, Open Journal of Archaeometry*, 1:e13, 2013, pp. 63-67.
- C. GIANNATTASIO, S.M. GRILLO**, *Traditional masonry techniques and characterization of materials: the Mezzaspiaggia tower (Cagliari, Sardinia)*, in MAARTEN A.T.M. BROEKMANS (a cura di), *10th ICAM Proceedings - International Council for Applied Mineralogy* (Trondheim, Norway, 1-5 august 2011), Library of the Geological Survey of Norway, Trondheim 2011, pp. 245-253.
- C. GIANNATTASIO, S.M. GRILLO**, *The Mezzaspiaggia tower (Cagliari-Italy): the dating of structures by the metrological-chronological analysis of masonry and the petro-geochemical stratigraphy of building materials*, in I. TURBANTI MEMMI (edited by) *Proceedings of the 37th International Symposium on Archaeometry (Siena, May 12th-16 2008)*, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg 2011, pp. 489-494.
- C. GIANNATTASIO, S.M. GRILLO**, *Dating techniques through the characterization of materials. XVI century South Sardinian Coast defense towers*, in J.L. RUVALCABA SIL, J. REYES TRUJEUQUE, J.A. ARENAS ALATORRE, A. VELÁZQUEZ CASTRO (edited by), *Proceedings of the 2nd Latin-American Symposium on Physical and Chemical Methods in Archaeology, Art and Cultural Heritage Conservation*. Selected papers archaeological and arts issues in materials science - LASMAC & Archaeological and Arts Issues in Materials Science (Cancun, Quintana Roo, Mexico, 16-20 agosto 2009), Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Autónoma de Campeche, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Mexico 2010, pp.146-152.
- A. LOCHE, F. MANCA COSSU**, *Torri costiere della Provincia di Oristano: storia immagini progetti di riuso*, catalogo della mostra a cura di Mena Manca Cossu, Alberto Loche, Cabras 2002.
- J. E. MARTÍNEZ FERRANDO**, *Un plan de defensa militar de Cerdeña en el año 1618 in Studi storici in onore di Francesco Ladda Canepa*, vol. I, 1959, pp. 139-146.
- A. MATTONE**, *Il Regno di Sardegna e il Mediterraneo nell'età di Filippo II. Difesa del territorio e accentramento statale*, in *Studi storici*, Anno 42, n. 2, 2001, pp. 263-335.
- A. MATTONE**, *Le istituzioni militari*, in B. ANATRA, A. MATTONE, R. TUR-TAS, *L'età moderna: dagli aragonesi alla fine del dominio spagnolo*, Milano 1989, pp. 65-107.
- G. MELE**, *La difesa dal Turco nel Mediterraneo occidentale dopo la caduta di La Goletta (1574)*, in B. ANATRA, G. MURGIA (a cura di), *Sardegna, Spagna, Mediterraneo dai Re Cattolici al Secolo d'Oro*, Roma 2004.
- G. MELE**, *Torri e cannoni*, Sassari 2000.
- M.G. MELE**, *Verso la creazione di sistemi e sub-sistemi di difesa del Regno di Sardegna: piazzeforti, galere e prime torri nella prima metà del Cinquecento*, in P. RODRÍGUEZ NAVARRO, (a cura di), *Defensive architecture of the Mediterranean, XV to XVIII centuries, Proceedings of International Conference on Modern Age fortifications of the western Mediterranean coast-FORTMED*, Valencia 15-18 ottobre 2015, 2015, vol. I, pp. 117-124.
- M.G. MELE, Mare, uomini e terre di frontiera, in M.G. MELE, G. SERRELLI (a cura di), *Sarrabus. Torri, mare e territorio*, Dolianova 2007, pp. 89-120.**
- M.G. MELE, G. SERRELLI** (a cura di), *Sarrabus: torri, mare e territorio : la difesa costiera dalle incursioni barbaresche*, Dolianova 2007.
- P. MELONI ET ALII**, *Durability of repair mortars used in restoration of a Sardinian coastal tower: assessment after ten years*, in P. RODRÍGUEZ NAVARRO, (a cura di), *Defensive architecture of the Mediterranean, XV to XVIII centuries, Proceedings of International Conference on Modern Age fortifications of the western Mediterranean coast-FORTMED*, Valencia 15-18 ottobre 2015, 2015, vol. II, pp. 397-404.
- G. MONTALDO, B. PANI**, *Le torri costiere: un formidabile sistema di difesa del Regno di Sardegna nella Corona di Spagna*. In B. ANATRA ET ALII (a cura di), *Contra moros y turcos. Politiche e sistemi di difesa degli stati mediterranei della corona di Spagna in Età Moderna*. Atti del Convegno internazionale di studi Villasimius-Baunei 20-24 settembre 2005, Dolianova 2010, v. 2, p. 759-766.
- G. MONTALDO**, *Le torri costiere della Sardegna*, Sassari 1992.
- G. MONTALDO**, *Apprestamenti difensivi costieri*, in T.K. KIROVA (a cura di), *Arte e cultura del '600 e del '700 in Sardegna*, Napoli 1984, pp. xx-xx.
- G. MURGIA**, *Presenza Corsara nel Mediterraneo occidentale e problemi di difesa nel Regno di Sardegna (secoli XVI-XVII)*, in B. ANATRA ET ALII (a cura di), *Contra moros y turcos. Politiche e sistemi di difesa degli stati mediterranei della corona di Spagna in Età Moderna*. Atti del Convegno internazionale di studi Villasimius-Baunei 20-24 settembre 2005, Dolianova 2010, vol. 1, p. 155-196.
- S. MURRU**, *Affinities in construction techniques of a unitary project: the coastal towers of the Asinara Island (Sardinia)*, in P. RODRÍGUEZ NAVARRO, (a cura di), *Defensive architecture of the Mediterranean, XV to XVIII centuries, Proceedings of International Conference on Modern Age fortifications of the western Mediterranean coast-FORTMED*, Valencia 15-18 ottobre 2015, 2015, vol. II, pp. 243-250.
- S. MURRU**, *Cerdeña y Córsega: intercambios de saberes constructivos en la fabricación de las torres costeras*. In S. HUERTA, F. LÓPEZ ULLOA (a cura di), *Actas del Octavo Congreso Nacional de historia de la construcción, Madrid x-x ottobre 2013*, Madrid 2013, vol. 2, p. 757-766.
- S. MURRU**, *Investigating 500-year-old coastal towers in Sardinia and Corsica: a multi-disciplinary research protocol*. In: W. ADDIS (a cura di), *Proceedings of the ICE – Engineering History and Heritage*, 167:2, 2014, pp. 88-99.

Bibliografia

- G. MUTO**, «Del mirar le forze proprie». Il sistema di fortificazioni nel Mezzogiorno spagnolo nella prima età moderna, in B. ANATRA ET ALII (a cura di), *Contra moros y turcos. Politiche e sistemi di difesa degli stati mediterranei della corona di Spagna in Età Moderna*. Atti del Convegno internazionale di studi Villasimius-Baunei 20-24 settembre 2005, Dolianova 2010, vol. 1, pp. 31-48.
- S. NOCCO**, *Torri e piazzeforti nella Sardegna moderna. Fonti cartografiche e documentarie nella lettura delle trasformazioni territoriali del paesaggio costiero sardo tra XVI e XVIII secolo*, in P. RODRÍGUEZ NAVARRO (a cura di), *Defensive architecture of the Mediterranean*, op. cit., vol. 1, pp. 139-146.
- E. PILLOSU**, *Un inedito rapporto cinquecentesco sulla difesa costiera della Sardegna*, in *Nuovo bollettino bibliografico sardo*, 21-24, 1959 e 25, 1960.
- E. PILLOSU**, *Le torri litoranee in Sardegna*, Cagliari 1957.
- A. PIRINU**, *Il disegno dei baluardi cinquecenteschi nell'opera dei fratelli Palearo Fratino. La piazzaforte di Alghero*, tesi di dottorato, Università di Cagliari, ciclo XXIII, 2010.
- A. PIRINU**, *Fortificazioni "alla moderna" in Sardegna: il disegno degli ingegneri militari*, in AA.VV., *X Congreso internacional expresión gráfica aplicada a la edificación. Nuevas líneas de investigación en Ingeniería de edificación*, Alicante, 2-4 dicembre 2010, pp. 315-324.
- M. RASSU**, *Sentinelle del mare. Le torri della difesa costiera della Sardegna*, Dolianova 2005.
- M. RASSU**, *Guida alle torri e ai forti costieri*, Cagliari 2000.
- M. RASSU**, *Quelle fortezze progettate al risparmio salvarono la Sardegna dai pirati*. In *Informazione, Periodico dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Cagliari*, 1999, n. 83, pp. 18-23.
- M. RASSU**, *Itinerario nel Capo Carbonara*. In *Sardegna Magazine New*, dicembre 1995, p.19.
- M. RASSU**, *Serpentara, l'epopea di una torre*. n *Sardegna Magazine New*, ottobre 1995, p.16.
- M. RASSU**, *I 400 anni della Torre di Portoscuso*. In *Sardegna Magazine New*, giugno 1995, p.11.
- M. RASSU**, *Itinerario costiero nel Sinis*. In *Sardegna Magazine New*, aprile 1995, p.14.
- M. RASSU**, *La Torre di Porto Paglia*. In *Sardegna Magazine New*, maggio 1994, p.11.
- M. RASSU**, *Il forte sabauda di Sant'Antioco*. In *Sardegna Magazine New*, marzo 1994, p.11.
- V. SABA**, *Le torri costiere di Marceddi e Capo San Marco: dall'analisi dei materiali al progetto di conservazione*, Tesi di laurea discussa nella Facoltà di architettura, Università di Cagliari, a.a. 2009-2010.
- G. SERRELI**, *Le opere di difesa delle attività produttive nel Regno di Sardegna nel XVI secolo. Il caso di Capo Carbonara*, in RiMe, Rivista dell'Istituto di Storia dell'Europa Mediterranea, n. 1, dicembre 2008, pp. 121-131.
- E. STUMPO**, *Sovranità diretta e sovranità mediata. Due esempi diversi: Savoia e Medici nell'età di Filippo II*. In B. ANATRA, F. MANCONI (a cura di), *Sardegna, Spagna e Stati Italiani nell'età di Filippo II*, Atti del Convegno internazionale di studi storici nel IV centenario della morte di Filippo II, Cagliari, 5-7 novembre 1998, Cagliari 1999, p. 122-123.
- G. TOLA**, *La Gran Torre d'Oristano*, Cagliari 2003.
- D. VACCA**, *Le torri costiere del Regno di Sardegna: costruzione, danni e restauri*, in P. RODRÍGUEZ NAVARRO (a cura di), *Defensive architecture of the Mediterranean*, op. cit., vol. 2, pp.327-332;
- C. VIRDIS**, *La torre di Porto Giunco. Dalla scala del paesaggio al progetto di restauro*, tesi di laurea, Università di Cagliari, luglio 2015.
- I. ZEDDA MACCIÒ**, *Sardinia: Carte geografiche della Sardegna dal XV al XVIII Secolo*, Nuoro 2004.
- coastal towers in southern Corsica (built between XVI and XVII century)*, in P. RODRÍGUEZ NAVARRO, (a cura di), *Defensive architecture of the Mediterranean, XV to XVIII centuries, Proceedings of International Conference on Modern Age fortifications of the western Mediterranean coast-FORTMED*, Valencia 15-18 ottobre 2015, 2015, vol. II, pp. 243-250.
- P.R. ALTAMURA**, *Torri costiere del sud della Corsica*. In *Castellum*, Roma 2015, n. 56, pp. 62-63.
- P.R. ALTAMURA**, *Torri costiere della Corsica del sud*, Tesi di laurea, Facoltà di Architettura, Università degli Studi di Firenze, aprile 2014.
- A. AMBROSI**, *La défense de la Corse sous la nomination génoise*, in *Revue de la Corse*, n. 48, 1937.
- B. ANATRA, G. MELE, G. MURGIA**, *Contra moros y turcos. Politiche e sistemi di difesa degli stati mediterranei della corona di Spagna in Età Moderna*. Atti del Convegno internazionale di studi Villasimius-Baunei 20-24 settembre 2005. Dolianova 2008.
- L. ARCINIEGA GARCÍA**, *Defensas a la antigua y a la moderna en el Reino de Valencia durante el siglo XVI*, in *Espacio, Tiempo y Forma (UNED)*, Serie VII, Historia del Arte, n. 12, 1999.
- C. ARU**, *La difesa litoranea della Corsica durante il periodo genovese*, Cagliari 1927.
- E. ASENJO RUBIO**, *El llegado cultural de las torres vigías costeras de Málaga: entre el conocimiento, la protección, y su conservación*, in *Baética: Estudios de arte, geografía e historia*, 2006, 28: 41-56.
- I. BAGGIOSSI**, *Le torri costiere della Toscana: un affascinante itinerario lungo il litorale toscano alla scoperta di quei singolari monumenti che per secoli garantirono la sicurezza degli stati costieri: un viaggio a ritroso nel tempo, attraverso vicende storiche, testimonianze e leggende di coloro che vissero e lottarono attorno a questi antichi baluardi*, Roma 1988.
- J.R. BARROS CANEDA, J.C. HERNÁNDEZ NÚÑEZ**, *Las Defensas de la Costa Atlántica Andaluza*, in *Información: Patrimonio Histórico Andaluz*, n.40-41, p.180.
- C. BITOSI**, *Genova, Spagna e Mediterraneo nel secondo Cinquecento: bilanci e prospettive*, in B. ANATRA, F. MANCONI (a cura di), *Sardegna, Spagna e Stati Italiani nell'età di Filippo II*, Atti del Convegno internazionale di studi storici nel IV centenario della morte di Filippo II, Cagliari, 5-7 novembre 1998, Cagliari 1999, p. 163-188.
- F. BRUNO, V. FAGLIA, G. LOSSO, A. MANUELE**, *Censimento delle torri costiere nella Provincia di Terra d'Otranto. Indagine per il ricupero nel territorio*, in *Castella*, n. 14, Roma 1978.
- R. CACCIOTTI**, *The guardian of the Pontifical State – Structural Assessment of a damaged coastal watchtower in South Lazio*, Tesi di master, Universidade do Minho, 2010.
- A. CAMARA MUÑOZ**, *Los guardianes del mar: fortificaciones, torres y atalayas en la costa valenciana (s.XVI)*. In J. F. VERA (a cura di), *Jornadas del Bicentenario de Torreveja, 1803-2003*. Universidad de Alicante, 2005.
- A. CAMARA MUÑOZ**, *Las fortificaciones y la defensa del Mediterráneo*, in E. BELENGUER (a cura di), *Felipe II y el Mediterráneo*, Madrid, S. E. C. Centenarios de Felipe II y Carlos V, 1999, vol. IV, pp. 355-376.
- A. CAMARA MUÑOZ**, *Las torres del litoral en el reinado de Felipe II: Una arquitectura para la defensa del territorio (I)*, in *Espacio, Tiempo y Forma*, 1990, vol. 3.
- A. CAMARA MUÑOZ**, *Las torres del litoral en el reinado de Felipe II: Una arquitectura para la defensa del territorio (y II)*, in *Espacio, Tiempo y Forma*, 1991, vol. 4.
- V. CARDONE**, *Sul disegno delle Torri Costiere del Regno di Napoli*, in *De' castelli di pietra e di ... cristallo Tricesimo 20-21 novembre 1998*, Udine 1998, p. 107-113.
- P. CATALÁ Y ROCA**, *De cara a la Mediterània: les torres del litoral català*, Barcelona 1987, p. 16.
- M. CHICLANA RODRIGUEZ, S. FERNÁNDEZ CACHO**, *Torres de vigilancia costera y Paisaje: integración de valores culturales y naturales en el Paraje Natural de Maro-Cerro Gordo*, in *PH Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, n.55, ottobre 2005, pp. 93-101.
- R. CISTERMINO**, *Torri costiere e torrieri del Regno di Napoli (1521-1806)*, in *Castella*, n. x, Roma 1977.
- L. COGORNO, M.L. FALCIDIANO ET ALII** (a cura di), *Le torri costiere dell'imperiese. Riflessioni sulla conoscenza, la valorizzazione e il recupero delle strutture difensive e di avvistamento*, Genova 2009.
- M. R. COPPOLA**, *Le torri costiere del territorio pontino: la costa da S.*

Felice Circeo a Terracina, Roma 1994.

G.L.B. CORMON, V. MANNI, *Dizionario da tasca italiano-spagnuolo e spagnolo-italiano*, Lyon, 1805.

M.A. DE BUNES IBARRA, *Los presidios en el Norte de África, primer escudo de defensa contra el corso y la expansión otomana*, in B. ANATRA ET ALII (a cura di), *Contra moros y turcos. Políticas e sistemi di difesa degli stati mediterranei della corona di Spagna in Età Moderna*. Atti del Convegno internazionale di studi Villasimius-Baunei 20-24 settembre 2005, Dolianova 2010, v. 1, p. 338.

R. DE MAESTRI, *Opere di difesa del secolo XVI nella riviera di Ponente*, in *Quaderni dell'Istituto di elementi di architettura e rilievo dei monumenti a Genova*, n.5, Genova 1971.

G.M. DE ROSSI, *Le torri costiere del Lazio: un itinerario lungo le opere di fortificazione della costa laziale: le battaglie, le leggende, i personaggi, gli eroismi di una vicenda plurisecolare rivissuta attraverso la testimonianza di questi giganti silenziosi*, Roma 1984.

G.M. DE ROSSI, *Torri costiere del Lazio*, Roma 1971.

G. ESPINOSA DEL ROSARIO TORRES, *Arquitectura y defensa de la costa oriental andaluz: un itinerario cultural*, in *Información patrimonio histórico andaluz*, n.40-41, anno, pp. 189-196.

G. FAGGIONI, *Le fortificazioni del Levante ligure: castelli e torri fra terra e mare*, Fidenza 2010.

V. FAGLIA, *24 restauri di torri costiere. Pianificazione interregionale per il recupero delle torri costiere del Regno di Napoli*, in *Castella*, n. 32, Roma 1986.

V. FAGLIA, L. MAZZON, *Costruzione dell'archivio automatico, valutazione automatica degli oneri di restauro e riuso: censimento delle torri costiere del Regno di Napoli*, in *Castella*, n. 33, Roma 1986.

V. FAGLIA, *Tipologia delle torri costiere di avvistamento e segnalazione in Calabria Citra in Calabria Ultra dal 12. Secolo*, Vol. I: Ricognizioni - Vol. II: schedatura, in *Castella*, n. 28-29, Roma 1984.

V. FAGLIA, *Visita alle torri costiere nelle province d'Abruzzo, 1598-1976*, in *Castella*, n.13, Roma 1977.

V. FAGLIA, *Visita alle torri costiere di Capitanata (1594-1976)*, in *Castella*, n. 15, Roma 1977.

V. FAGLIA, *Le torri costiere della provincia di Basilicata. Schede delle torri - Torre Filocaio a Marate, ricognizione 1970, restauro 1972*, in *Castella*, n.12, Roma 1975.

V. FAGLIA, *La difesa anticorsara in Italia dal 16. secolo: le torri costiere, gli edifici rurali fortificati*, in *Castella*, n.10, Roma 1974.

V. FAGLIA, *Contributo alla conoscenza delle torri costiere in Terra di Bari*, in *Castella*, n.9, Roma 1970.

M.L. FALCIDIENO, *Le torri di avvistamento ed il sistema di comunicazione. La costa ligure tra Rapallo e Portofino*, in M. GIOVANNINI, E.D. COLISTRA (a cura di), *Spazi e culture del Mediterraneo. Mediterraneo, commercio, contaminazione, paesaggio, città, culto, difesa, texture, design*, Ricerca Prin 2003-2005, Roma 2006, pp. 517-520.

V. FAVARÓ, *La Sicilia, fortezza del Mediterraneo*, in *Mediterranea: Ricerche Storiche*, n. 1, 2004, pp. 31-48.

G. FELLONI, G. LAURA, *Genova e la storia della finanza: una serie di primati?*, Genova 2004.

S. FIORILLA, *Strutture fortificate sulle coste della Sicilia*, in *Sicilia Archeologica*, n. 71, 1989, pp. 7-40.

J. GONZÁLEZ DE CHAVES ALEMANY, *Fortificaciones costeras de Mallorca*, Palma 1983.

V. FORCADA MARTÍ, *Torres de vigia y defensa de la costa en el distrito del "Castell de Nules": los nombres de "Beniesma", "Moncofar" y "Santa Isabel del Carrillo"*, en *Boletín de la Sociedad Castellonense de Cultura*, n. 70, 1994, pp. 43-81.

A. GIL ALBARRACÍN, *Baterías, fortalezas y torres: el patrimonio defensivo de la costa de la provincia de Granada*, in *Bienes, Paisajes e Itinerarios*, Revista PH, n. 87, aprile 2015, pp. 64-77.

A.M. GRAZIANI *La Corse génoise: économie, société, culture: période moderne, 1453-1768*. Vol. 5., Ajaccio, 1997.

A.M. GRAZIANI, *Les tours littorales*, Ajaccio 1992.

A. GUARDUCCI, M. PICCARDI, L. ROMBAI, *Torri e fortezze della Toscana tirrenica: storia e beni culturali*, Livorno 2014.

G. GUERRINI (a cura di), *Torri e castelli della provincia di Grosseto (Amministrazione Provinciale di Grosseto)*, Siena 1999.

L. GUÍA MARÍN, *Defensa de la costa: concordàncies d'actuació del poder polític: València i Sardenya en la segona meitat del segle XVI*, in *El*

poder real en la Corona de Aragón (siglos XIV-XVI), Actas del XV Congreso de Historia de la Corona de Aragón, Jaca, settembre 1993, Zaragoza, tomo I, vol. III, pp. 121-134.

R. GUTIÉRREZ CRUZ, *Los presidios españoles del norte de África en tiempos de los Reyes Católicos*. Málaga, Melilla 1997.

A. C. HESS, *The forgotten frontier: A history of the sixteenth-century Ibero-African frontier*, Chicago, 1978.

A. HOPPEN, *The fortification of Malta by the Order of St. John 1530-1798*, Great Britain, 1979.

J. F. JIMÉNEZ ALCÁZAR, *La frontera mediterránea en el siglo XVI: el ejemplo lorquino*, in C. M. CREMADES GRIÑÁN (a cura di), *La Invencible*. Córdoba, Córdoba, 1989, pp. 61-74.

P.G. LEONARDI, *Le torri costiere d'Italia*, Firenze 1991.

J.E. LÓPEZ DE COCA CASTAÑER, *Financiación Mudejar del sistema de vigilancia costera en el Reino de Granada (1492-1501)*, in *Historia. Instituciones. Documentos*, 1976, 3, pp. 397-416.

M. MAFRICI, *La difesa delle coste meridionali nei secoli XVI-XVII: tecnici e tecnologie*, in *Annali del Centro Studi Antonio Genovesi*, I, 1988, pp. 31-106.

R. MANETTI, *Le torri costiere del litorale toscano. Loro territorio e antico ruolo di vigilanza costiera*, Firenze 1991.

L. MARINO, *La difesa costiera contro i Saraceni e la visita del marchese di Celenza alle torri di Capitanata*, Campobasso 1977.

J.M. MARTÍN CIVANTOS, *Ensayo de análisis comparativa de técnicas, materiales y tipos constructivos en las fortificaciones medievales del Zenete (Granada)*, in *Miscelánea Medieval Murciana*, vol. XXV-XXVI, 2001-2002, pp. 183-220.

F. MAURICI, A. FRESINA, F. MILITELLO (a cura di), *Le torri nei paesaggi costieri siciliani (secoli XIII-XIX)*, Palermo, 2008.

F. MAURICI, A. MORABITO, R. ALONGI, *Il sistema delle torri costiere del trapanese: un segno della storia mediterranea*, Palermo 2006.

F. MAURICI, *La difesa costiera della Sicilia (secoli VI-XV)*, in *Castrum 7: zones côtières littorales dans le monde méditerranéen au Moyen Âge*, Collection de l'École française de Rome, Madrid, 2001.

S. MAZZARELLA, R. ZANCA, *Il libro delle Torri, le torri costiere di Sicilia nei secoli XVI-XX*, Palermo, 1985.

J.L. MÉNENDEZ FUEYO, *Guardianes del miedo. El sistema de defensa de la huerta marítima de Alicante durante el siglo XVI*, in P. RODRÍGUEZ NAVARRO, (a cura di), *Defensive architecture of the Mediterranean, XV to XVIII centuries*, Proceedings of International Conference on Modern Age fortifications of the western Mediterranean coast-FORTMED, Valencia 15-18 ottobre 2015, 2015, vol. II.

J.L. MÉNENDEZ FUEYO, *Conquistar el miedo, dominar la costa. Arqueología del paisaje de la defensa de la costa en la provincia de Alicante (siglos XIII-XVI)*, Tesis doctoral, 2 volúmenes, Universidad de Alicante, Alicante 2014.

J.L. MÉNENDEZ FUEYO, *Guardianes de la frontera costera. El sistema de torres del Sinus Illicitanus en el siglo XVI*. In *Santa Pola, arqueología y museo*, Alicante 2012, pp. 1-8.

J.L. MÉNENDEZ FUEYO, *La red de torres para la defensa del litoral costero en la provincia de Alicante durante el siglo XVI: Una propuesta de evolución cronotipológica*, in *Mil Anos de Fortificações na Península Ibérica e no Magreb (500-1500)*, Simposio Internacional sobre los Castellos (Palmela), 2002, pp. 733-759.

J.L. MÉNENDEZ FUEYO, *Centinelas de la costa: torres de defensa y de la huerta de Alicante*, Alicante 1997.

J.L. MÉNENDEZ FUEYO, *Estudio arqueológico de las torres de defensa costera en la provincia de Alicante*, Tesis de Licenciatura, 3 tomos, Original Mecanoscrito, Universidad de Alicante, Alicante 1996.

J.L. MÉNENDEZ FUEYO, J. JOVER MAESTRE, *Hacia una tipología de las torres de la huerta de Alicante en el siglo XVI*, in *I Congreso de Castellología Ibérica*, Aguilar de Campoo 1994, pp. 385-404.

J.L. MÉNENDEZ FUEYO, F. J. JOVER MAESTRE, *Torres de la huerta y costa en el siglo XVI: El ejemplo de la ciudad de Alicante*, in *IV Congreso de Arqueología Medieval Española*, Alicante 1993, Tomo II, pp. 505-515.

J.L. MÉNENDEZ FUEYO, F. J. JOVER MAESTRE, *Estudi arqueològic de les torres de l'horta d'Alacant al segle XVI*, *Butlletí de la Associació Arqueològica de Castelló*, Castellón de la Plana 1993, n.13, pp. 23-30.

D. MUÑOZ BORT, *El ingeniero Luis de Montalbán y la fortificación de las costas de Andalucía*, in *Erebea, Revista de Humanidades y Ciencias Sociales*, n. 3, 2013, pp. 293-327.

- J. D. MUÑOZ RODRÍGUEZ**, *Torres sin defensa, defensa sin torres. Las fortificaciones en el Resguardo de la Costa Murciana a finales del siglo XVII*, in *Actas de las V Jornadas sobre Fortificaciones, Piratería y Corsarismo en el Mediterráneo*, Cartagena-Aforca, 2006.
- S. MUTALIPASSI**, *Un sistema di fortificazioni nel salernitano: le torri costiere della Piana del Sele. Conoscenza e indirizzi di conservazione*, Tesi di dottorato in Conservazione dei beni architettonici, Università degli Studi di Napoli Federico II, 2006.
- M. NALDINI, D.TADDEI**, *Torri, castelli, rocche, fortezze. Guida a mille anni di architettura fortificata in Toscana*, Firenze 2003.
- J.F. PARDO MOLERO, J.J. RUIZ IBÁÑEZ**, *Una monarquía, dos reynos y un mar. La defensa de los reinos de Valencia y Murcia en los siglos XVI y XVII*, in R. CANCELILA, *Mediterráneo en armi (secc.XV-XVIII)*, tomo II, Palermo 2007, pp. 429-465.
- J.F. PARDO MOLERO**, *La defensa del imperio. Carlos V, Valencia y el Mediterráneo*, Madrid 2001.
- J.F. PARDO MOLERO**, *Proyectos y obras de fortificación en la Valencia de Carlos V*, in *Estudis: Revista de Historia Moderna*, n.26, Valencia, 2000, pp. 137-176.
- R.J. PEDREGOSA MEGÍAS**, *Una intervención arqueológica en la Torre-atlaya del Espinar, Montefrío (Granada)*, in *Antiquitas*, n. 18-19, 2007, pp. 215-226.
- F. REQUENA AMORAGA**, *La defensa de las costas valencianas en la época de los Austrias*, Alicante, 1997.
- P. ROCCA**, *Pesi e misure antiche di Genova e del Genovesato*, Genova 1871.
- E. ROCCHI**, *Le fonti storiche dell'architettura militare*, Roma, 1908.
- P. RODRÍGUEZ NAVARRO**, (a cura di), *Defensive architecture of the Mediterranean, XV to XVIII centuries*, *Proceedings of International Conference on Modern Age fortifications of the western Mediterranean coast-FORTMED*, Valencia 15-18 ottobre 2015, 2015, vol. I, II e III.
- G. ROSSELLÓ BORDOY**, *Mallorca: Arquitectura defensiva 'versus' cartografía turca*, in B. ANATRA ET ALII (a cura di), *Contra moros y turcos. Politiche e sistemi di difesa degli stati mediterranei della corona di Spagna in Età Moderna*. Atti del Convegno internazionale di studi Villasimius-Baunei 20-24 settembre 2005, Dolianova 2010, v. 1, p. 474.
- J.M. RUBIO PAREDES**, *Historia de las torres vigías de la costa del Reino de Murcia (siglos XVI-XIX)*, Murcia 2000.
- J.R. RUIZ CHECA ET ALII**, *Una propuesta metodológica para el estudio de torres exentas en un ámbito territorial definido*, in A. RUIBAL (a cura di), *Actas del IV Congreso de Castellología*, Madrid 7-9 marzo 2012, pp. 457-478.
- J.R. RUIZ CHECA**, *Torres exentas en el ámbito del Júcar Medio (Cuenca)*. Implantación territorial y caracterización constructiva, tesi di dottorato in *Arquitectura, Edificación, Urbanismo y Paysaje*, Universitat Politècnica de Valencia, Luglio 2012.
- J.J. RUIZ IBÁÑEZ**, *La frontera de piedra: el desarrollo del sistema de defensa de la costa de Murcia, 1588-1602*, in P. SEGURA ARTERO (a cura di), *Actas del Congreso sobre la Frontera Oriental Nazarí como sujeto histórico (siglos XIII-XVI)*. Almería, 1997, pp. 657-662.
- F. RUSSO**, *Le torri costiere del Regno di Napoli: la frontiera marittima e le incursioni corsare tra XVI ed il XIX secolo*, Napoli 2009.
- F. RUSSO**, *Le torri vicereali anticorsare della costa d'Amalfi. Immagini e suggestioni della guerra di corsa*, Amalfi 2002.
- F. RUSSO**, *La difesa costiera dello Stato dei Reali Presidi di Toscana dal XVI al XIX secolo*, Roma 2002.
- F. RUSSO**, *La difesa costiera dello Stato pontificio dal XVI al XIX secolo*, Roma 1999.
- F. RUSSO**, *La difesa costiera del Regno di Sicilia dal XVI al XIX secolo*, Roma 1994, tomo I e II.
- F. RUSSO**, *La difesa costiera del Regno di Sardegna dal XVI al XIX secolo*, Roma 1992.
- F. RUSSO**, *La difesa costiera del Regno di Napoli dal XVI al XIX secolo*, Roma 1989.
- A.M. SALONE, F. AMALBERTI ET ALII**, *La corse, image et cartographie*, Ajaccio 1992.
- L. SANTORO**, *Le torri costiere della Campania*, in *Napoli Nobilissima*, VI, 1967, p. 38-49.
- G. SCATURRO**, *Tecniche e materiali delle torri costiere cinquecentesche siciliane*, in G. FIENGO, L. GUERRIERO, *Atlante delle tecniche costruttive tradizionali: lo stato dell'arte, i protocolli della ricerca, l'indagine documentaria: atti del 1. e del 2. Seminario nazionale*, Napoli 2003.
- F.G. SEIJO ALONSO**, *Torres de vigia y defensa contra los piratas berberiscos en la costa del Reino de Valencia*, Valencia 1978.
- A.L. SERPENTINI**, *Aspects du système défensif de la Corse génoise aux XVI^{ème} - XVIII^{ème} siècles*, in B. ANATRA ET ALII (a cura di), *Contra moros y turcos. Politiche e sistemi di difesa degli stati mediterranei della corona di Spagna in Età Moderna*. Atti del Convegno internazionale di studi Villasimius-Baunei 20-24 settembre 2005, Dolianova 2010, vol. 1, pp. 293-307.
- A. SPAGNOLETTI**, *Il Regno di Napoli, un'"isola" in continua guerra*, in B. ANATRA et al. (a cura di), *Contra moros y turcos. Politiche e sistemi di difesa degli stati mediterranei della corona di Spagna in Età Moderna*. Atti del Convegno internazionale di studi Villasimius-Baunei 20-24 settembre 2005, Dolianova 2010, v. 1, p. 15-30.
- C. STEPHENSON**, *The fortification of Malta 1530-1945*, Oxford 2004, pp. 7-28.
- F. STRAZZULLO**, *Documenti per la storia di castelli e torri nel Regno di Napoli*, Sorrento 1992.
- F. STRAZZULLO**, *Architetti e ingegneri napoletani dal '500 al '700*, Napoli 1969.
- E. TORRES**, *Guía de Arquitectura de Ibiza y Formentera (Islas Pitiusas)*, Barcelona 1981.
- R. VALDECANTOS**, *Las torres de almenara del litoral de la provincia de Cádiz (las torres de marina): estudio tipológico y consideraciones terminológicas*. In *Estudios de historia y de arqueología medievales*, n. XI, 1996, pp. 481-501;
- R. VALDECANTOS**, *La reciente restauración de torres de vigia en el litoral gaditano: de respeto ocioso al utilitarismo mixtificador*, in *Estudios de historia y de arqueología medievales*, n. 10, 1994, pp. 257-307;
- R. VALDECANTOS**, *Las torres de vigia de la bahía de Gibraltar*, in *Actas del Congreso Internacional "El Estrecho de Gibraltar"*, Ceuta, 1987, vol. 2, 1988, pp. 425-452.

Archeologia dell'architettura e tecniche costruttive

- C. ATZENI**, *Architettura delle colline e degli altipiani centro-meridionali*, I Manuali del recupero dei centri storici della Sardegna, Roma 2009.
- A. AZKARATE GARAI-OLAUN**, *Archeologia dell'architettura in Spagna*, in *Archeologia dell'architettura*, n. XV, 2010, pp. 17-28.
- A. AZKARATE GARAI-OLAUN**, *La Arqueología de la Arquitectura en el siglo XXI*, in *Arqueología de la Arquitectura*, 5, 2008, pp.11-13.
- G. BARTOLI ET ALII**, *In situ static and dynamic investigations on the "Torre Grossa" masonry tower*, in *Engineering Structures*, n. 52, 2013, pp. 718-733.
- S. BELTRAMO**, *Stratigrafia dell'architettura e ricerca storica*, Roma 2009.
- M. BESSE ET ALII**, *Des stratigraphies (Yverdon, Auvergnier, 1970) et chronotypologies (Twann 1980) aux analyses spatiales (Concise 2000) : l'apport des SIG et des problématiques ethnologiques dans l'étude des palafites de Suisse occidentale*, in AA.VV., *Méthodologie des recherches de terrain sur la Préhistoire récente en France. Nouveaux acquis, nouveaux outils, 1987-2012*. Toulouse, Archives d'écologie préhistorique, 2014, pp. 361-373.
- G. BIANCHI**, *L'analisi delle tecniche murarie. Spunti interpretativi per la comprensione dei principali assetti abitativi*, in A. MOLINARI, *Segesta II. Il castello e la moschea (scavi 1989-1995)*, Palermo, 1997, pp. 213-233.
- B. BILLECI ET ALII**, *The instrumental reading schemas about quality of masonry to ensure their conservation*. First results of a research in Sardinia (Italy), in R. AMOÉDA, S. LIRA, C. PINEIRO (a cura di), *REHAB 2014, Proceedings of the International Conference on preservation, maintenance and rehabilitation of historical buildings and structures*, Tomar, Portugal, 19-21 march 2014, Barcelos 2014, pp. 917-926.
- B. BILLECI**, *Per un atlante del romanico in sardegna. materiali e tecniche costruttive tra fondazioni e restauri (primi esiti della ricerca)*, in S. TOCCO ET ALII (a cura di), *Le risorse lapidee in Sardegna. Dal recupero ambientale alla valorizzazione*, Cagliari 2008.
- B. BILLECI ET ALII**, *Uso del granito a Tempio Pausania: un approccio multidisciplinare*, in V. BADINO, G. BALDASSARRE (a cura di), *Le risorse lapidee dall'antichità ad oggi in area mediterranea*, Atti del Convegno, Canosa di Puglia (Bari) 25-27 settembre 2006, Bari 2006.
- B. BILLECI**, *Traditional construction techniques and structural damage*.

- Sardinian historic buildings*, in R. AMOËDA, S. LIRA, C. PINEIRO (a cura di), *Historic Structures and Disasters*, Proceedings of 7th International Scientific Conference: 5-8 novembre 2003, Cluj 2003.
- L. BINDA** (a cura di), *Caratterizzazione delle murature in pietra e mattoni ai fini dell'individuazione di opportune tecniche di riparazione*, Roma 2001.
- R.B. BOATS**, *Computing and archaeology: experiences of the department of urban archaeology*, London, in T. MANNONI, A. MOLINARI, (a cura di), *Scienze in archeologia. Il Ciclo di Lezioni sulla Ricerca applicata in Archeologia (Certosa di Pontignano 1988)*, Firenze 1990, pp. 451-460.
- A. BOATO**, *L'archeologia in architettura: misurazioni, stratigrafie, datazioni, restauro*, Venezia, 2008;
- A. BOATO, A. DECRÍ**, *Archive documents and building organisation. An example from the modern age*, in S. HUERTA (a cura di), *Proceedings of the First International Congress on Construction History*, Madrid, 20-24 gennaio 2003, Madrid, 2003, pp. 381-390.
- G.P. BROGIOLO**, *L'Archeologia dell'architettura in Italia nell'ultimo quinquennio (1997-2001)*, in *Arqueologia de la arquitectura*, 1, 2002, pp. 19-26.
- G.P. BROGIOLO**, *Archeologia dell'edilizia storica*, Como, 1988;
- A. CARANDINI**, *Archeologia, architettura, storia dell'arte*, in R. FRANCOVICH, R. PARENTI, (a cura di), *Archeologia e restauro dei monumenti: 1. ciclo di lezioni sulla ricerca applicata in archeologia: Certosa di Pontignano (Siena)*, 28 settembre-10 ottobre 1987, Firenze 1988.
- A. CARANDINI**, *Storie dalla terra: manuale di scavo archeologico*, Bari 1981.
- C. CAROCCI, C. TOCCI** (a cura di), *Antonino Giuffrè. Leggendo il libro delle antiche architetture. Aspetti statici del restauro, saggi 1985-1997*, Gangemi, 2010.
- E. CURTI, A. LEMME, S. PODESTÀ**, *Indicazioni per la valutazione della qualità muraria*, in E. CURTI, A. LEMME, S. PODESTÀ (a cura di), *Sisma Malise 2002: dall'emergenza alla ricostruzione. Edifici in muratura*, D.E.I., 2008.
- M. D'APRILE**, *Murature campane in calcare di età aragonese*, in G. FIENGO, L. GUERRIERO (a cura di), *Atlante delle tecniche costruttive tradizionali. Lo stato dell'arte, i protocolli della ricerca, l'indagine documentaria*, Atti I e II del seminario nazionale, Napoli 2003, pp. 260-274.
- M. D'APRILE**, *L'influenza della cultura urbanistica spagnola e l'urbanizzazione dei territori aversani della Starza dell'Arco*, in A. GAMBARELLA (a cura di), *Napoli-Spagna: architettura e città nel XVIII secolo*, Napoli 2003, pp. 361-368.
- M. D'APRILE**, *Murature angioino-aragonesi in Terra di Lavoro*, Napoli 2001.
- M. D'APRILE**, *Gli apparecchi murari del XVIII secolo*, in G. FIENGO, L. GUERRIERO, (a cura di) *Murature tradizionali napoletane. Cronologia dei paramenti tra il XVI ed il XIX secolo*, Napoli, 1999.
- A. DECRÍ**, *Vent'anni di vita dell'arte: presenze, apprendistati e attività degli Antelami a Genova 1598-1618*, in *Contributi per la conoscenza di ambiente, archeologia, architettura, arte, lettere e storia delle Valli e dei Laghi comacini*, Quaderno n. 10 – 2005, pp. 27-88.
- S. DELLA TORRE** (a cura di), *Storia delle tecniche costruttive e tutela del costruito. Esperienze e questioni di metodo (Atti del convegno, Brescia 1995)*, Milano 1996.
- S. DELLA TORRE, T. MANNONI, V. PRACCHI** (a cura di), *Magistri d'Europa. Eventi, relazioni, strutture della migrazione di artisti e costruttori dai laghi lombardi*. (Atti del convegno, Como 1996), Como 1996.
- S. DELLA TORRE** (a cura di), *Il mestiere di costruire. Documenti per una storia del cantiere. Il caso di Como*, Como 1992.
- F. DOGLIONI, G. MIRABELLA ROBERTI** (a cura di), *Venezia: forme della costruzione, forme del dissesto*, Cluva, 2011.
- F. DOGLIONI**, *Ruolo e salvaguardia delle evidenze stratigrafiche nel progetto e nel cantiere di restauro*, in *Arqueologia de la arquitectura*, 2, 2002, pp. 113-130.
- F. DOGLIONI**, *Stratigrafia e Restauro. Tra conoscenza e conservazione dell'architettura*, Trieste 1997.
- F. DOGLIONI**, *La ricerca sulle strutture edilizie tra archeologia stratigrafica e restauro architettonico*, in R. FRANCOVICH, R. PARENTI, (a cura di), *Archeologia e restauro dei monumenti: 1. ciclo di lezioni sulla ricerca applicata in archeologia: Certosa di Pontignano (Siena)*, 28 settembre-10 ottobre 1987, Firenze 1988.
- C. DONÁ** (a cura di), *Manuale delle murature storiche, Analisi e valutazione del comportamento strutturale*, vol. I, Roma, 2011.
- D. ESPOSITO**, *Realidad de la arquitectura y técnicas constructivas de los muros medievales en Roma y en Lazio (Italia). Reflexiones sobre la recuperación del opus caementicium romano*, in S. HUERTA ET ALII (a cura di), *Actas del sexto congreso nacional de historia de la construcción*, Valencia 21-24 ottobre 2009, Madrid 2009, pp. 415-424.
- I. FERRANDO, T. MANNONI, R. PAGELLA**, *Cronotipologia*, in *Archeologia medievale*, 1989, 16, pp. 647-661.
- G. FIENGO, L. GUERRIERO** (a cura di), *Atlante delle tecniche costruttive tradizionali. Lo stato dell'arte, i protocolli della ricerca, l'indagine documentaria*, Atti I e II del seminario nazionale, Napoli 2003.
- G. FIENGO, L. GUERRIERO**, (a cura di) *Murature tradizionali napoletane. Cronologia dei paramenti tra il XVI ed il XIX secolo*, Napoli, 1999.
- G. FIENGO, L. GUERRIERO**, *Cronologia dei paramenti murari napoletani moderni*, in G. FIENGO, L. GUERRIERO, (a cura di) *Murature tradizionali napoletane. Cronologia dei paramenti tra il XVI ed il XIX secolo*, Napoli 1999, pp. 9-68.
- D. FIORANI**, *Tecniche costruttive dell'edilizia storica: conoscere per conservare*, Roma, 2005.
- D. FIORANI**, *Tecniche costruttive murarie medievali: il Lazio meridionale*, Roma, 1996.
- D.R. FIORINO, C. GIANNATTASIO, S.M. GRILLO**, *Interpretare le stratigrafie. Malte e intonaci nelle chiese rurali della Sardegna*, in *Materiali e strutture*, vol.8, in press.
- D.R. FIORINO, C. GIANNATTASIO, S.M. GRILLO, V. PINTUS, M. PORCU, M. SCHIRRU**, *Knowledge and dating for preservation of historical and cultural significance of the building: the case study of the medieval Castello quarter in Cagliari (XVII-XIX century)*, in *Rehab 2015*.
- D.R. FIORINO**, *Le tecniche costruttive nelle torri campanarie della Sardegna (XI-XIX sec.) a confronto con i contemporanei modelli italiani e spagnoli*, in S. HUERTA ET ALII (a cura di), *Actas del quinto congreso nacional de historia de la construcción*, Burgos 7-9 giugno 2007, Madrid 2007, pp. 295-303.
- R. FRANCOVICH, G. BIANCHI**, *L'archeologia dell'elevato come archeologia*, in *Arqueologia de la arquitectura*, n.1, 2002, pp. 101-111.
- R. FRANCOVICH**, *Premessa*, in T. MANNONI, A. MOLINARI, (a cura di), *Scienze in archeologia. Il Ciclo di Lezioni sulla Ricerca applicata in Archeologia (Certosa di Pontignano 1988)*, Firenze 1990, pp. 5-8.
- R. FRANCOVICH, R. PARENTI**, (a cura di), *Archeologia e restauro dei monumenti: 1. ciclo di lezioni sulla ricerca applicata in archeologia: Certosa di Pontignano*, Siena 28 settembre-10 ottobre 1987, Firenze 1988.
- G. FRULIO**, *Maestranze e cantiere edilizio nella Sardegna medievale: marche lapidarie di cottimo e di posizione*, in S. ANGIOLILLO, M. GIUMAN, A. PASOLINI (a cura di), *Ricerca e confronti 2006: giornate di studio di archeologia e storia dell'arte*, Cagliari 2007.
- G. FRULIO**, *Tecniche costruttive medievali in Sardegna: lo studio degli edifici in stato di crollo*, in *Santa Maria di Curos in territorio di Monteleone: studi e restauri di un edificio allo stato di rudere*, Sassari 2006. p. 9-16.
- G. FRULIO**, *L'utilizzo delle cave di pietra da calce e da gesso in Sardegna nell'età post-medievale*, in *Archeologia postmedievale: società ambiente produzione*, 2003, n. 7, pp. 55-78.
- G. FRULIO**, *Catalan methods for construction in Sardinia: The use of «abeurador» in stone masonry*, in S. HUERTA (a cura di), *Proceedings of the First International Congress on Construction History*, Madrid, 20-24 gennaio 2003, pp. 935-941.
- G. FRULIO**, *Tecniche costruttive della Sardegna medioevale: il monumento come fonte per la conoscenza*, in *La civiltà giudicale in Sardegna nei secoli 11^a-13^a: atti del Convegno nazionale: fonti e documenti scritti*. Sassari, Aula magna dell'Università, 16-17 marzo 2001; Usini, Chiesa di Santa Croce, 18 marzo 2001, Sassari 2002.
- G. FRULIO**, *L'organizzazione del cantiere e della produzione edilizia ad Alghero nel 17^a secolo*, Firenze 2001.
- G. FRULIO**, *Tecniche costruttive medievali: Alghero: segni della cultura materiale*, in *Almanacco gallurese*, 2001, vol.9, pp. 60-61.
- G. FRULIO**, *Applicazione e risultati della lettura metrologica su alcuni edifici basso-medievali della Sardegna*, in P.L. ABATANGELO ET ALII (a cura di), *Alétes: miscellanea per i settant'anni di Roberto Caprara*, Mas-safra 2000.
- C. GIANNATTASIO, S.M. GRILLO, V. PINTUS**, *Time and Material. Interdisciplinary study for dating St. Francesco convent in Cagliari (XIII-XI century)*

Bibliografia

- ry), in G.T. PAPANIKOS (a cura di), *Proceedings of 5th Annual International Conference on Architecture*, Atene Luglio 2015, ATINER Conference papers series No. ARC 2015-1095. Athens Institute for Education and Research, pp. Xx-xx.
- C. GIANNATTASIO, S.M. GRILLO, G. VACCA**, *The medieval San Francesco convent in Cagliari: from the architectural, material and historical-stratigraphical analysis to the information system*, in *International Journal of Heritage in the Digital Era*, vol. 3, fasc.2, 2014, pp. 413-429.
- C. GIANNATTASIO, S.M. GRILLO, G. VACCA**, *The medieval San Francesco convent in Cagliari: from the architectural, material and historical-stratigraphical analysis to the information system*, in *International Journal of Heritage in the Digital Era*, ISPRS Annals, vol. 3, n. 2, 2014, pp. 413-429.
- C. GIANNATTASIO, V. PINTUS**, *Il complesso claustrale di San Francesco a Stampace in Cagliari*. *Archeologia dell'architettura per il progetto di restauro*, in *Arkos*, n. 3, 4, serie V, 2013, pp. 51-72.
- C. GIANNATTASIO**, *Chrono-typological analysis of earthen masonries: some case-studies in Southern Sardinia*, in AA.VV., *Terra 2012*, 11th International Conference on the Study and Conservation of Earthen Architectural Heritage, Lima 22-27 aprile 2012, Lima 2013.
- C. GIANNATTASIO, D.R. FIORINO, S.M. GRILLO, G. VACCA**, *Conservation and valorization of historical building: the case-study of Stampace quarter in Cagliari (Sardinia, Italy)*, in *Heritage 2012*, 3° International Conference on Heritage and Sustainable Development, 2012, vol. III, pp. 1777-1786.
- C. GIANNATTASIO, V. PINTUS, M. PORCU, P. SCARPELLINI**, *L'analisi del patrimonio edilizio. Cronologia delle strutture e caratteri costruttivi*, in C. GIANNATTASIO, P. SCARPELLINI, *Proposte per Stampace. Idee per un piano di conservazione del quartiere storico cagliaritano*, Roma 2009, pp. 49-54.
- C. GIANNATTASIO**, *Lo stato dell'arte sullo studio delle tecniche costruttive in Sardegna*, in V. PRACCHI, *Lo studio delle tecniche costruttive storiche: stato dell'arte e prospettive di ricerca*, Como 2008, pp. 53-57.
- A. GIUFFRÈ** (a cura di), *Sicurezza e conservazione dei centri storici: il caso Ortigia. Codice di pratica per gli interventi antisismici nel centro storico*, Roma, 2006.
- A. GIUFFRÈ**, *Lecture sulla meccanica delle murature storiche*, Roma, 1991.
- P. GUILBERT ET ALII**, *The Use of Dating Methods for Studying Building Materials and Constructions: State of the Art and Current Challenges*, in *IVth International Congress on Construction History*, Parigi 3-7 luglio 2012, pp. 469-479.
- E. C. HARRIS**, *Estratigrafia de estructuras en pie*, in *Gabinete de Arqueologia*, vol. III, 2004, pp. 79-87.
- E. C. HARRIS**, *The Stratigraphy of Standing Structures*, con alcune considerazioni in nota di R. PARENTI, *Archeologia dell'Architettura*, vol. VIII, 2003, pp. 9-16.
- E. C. HARRIS**, *Principles of Archaeological Stratigraphy*, Londra 1979.
- A. W. HENDRY**, *Statica delle strutture in muratura di mattoni*, Bologna, 1986.
- ICCD**, *Criteri di descrizione delle tecniche murarie per la predisposizione di moduli schedografici codificati, ricognizione bibliografica*, 2012.
- ICCD**, *Soprintendenza archeologica di Roma, Norme per la redazione della scheda del saggio stratigrafico*, Roma, 1984.
- L. LAI**, *Archeologia dell'Architettura e Tecnologie per lo studio dell'insediamento umano medievale e post-medievale: le chiese rurali della bassa valle del Cedrino (Sardegna)*, Tesi di dottorato in Scienze e tecnologie per l'archeologia e i beni culturali, Università degli Studi di Ferrara, ciclo XXVII, 2015.
- L. LAI**, *Archeologia dell'Architettura nella città di Bosa*, in A. MATTONE, M.B.COCCO (a cura di), *Bosa. La città e il suo territorio dall'età antica al mondo contemporaneo*, Atti del Convegno di Studi, Bosa, 24-25 ottobre 2014, in stampa.
- L. LAI ET ALII**, *3D Recording and Total Archaeology: from Landscapes to Historical Buildings*, in *International Journal of Heritage in the Digital Era*, 2012, vol.1, n.3, pp. 443-460.
- G. MAGENES, S. LAGOMARSINO**, *Linee di ricerca 1. Valutazione e riduzione della vulnerabilità di edifici in muratura*, Napoli 2005.
- T. MANNONI**, *Archeologia della produzione architettonica. Le tecniche costruttive*, in *Arqueologia de la arquitectura*, n.4, 2005, pp. 11-19.
- T. MANNONI, A. BOATO**, *Archeologia e storia del cantiere di costruzione*, in *Arqueologia de la arquitectura*, 1, 2002, pp.39-53
- T. MANNONI, C. CIRIELLO**, *Atlante dei tipi costruttivi murari in Italia settentrionale*, in M. GUCCIONE (a cura di), *La protezione del patrimonio culturale. La questione sismica*. Atti del II Seminario nazionale di studio, Roma, 1998, pp. 87-99.
- T. MANNONI**, *Archeometria geoarcheologia dei manufatti*, Genova, 1994.
- T. MANNONI**, *Tradizioni liguri nell'impiego delle pietre*, in P. MARCHI (a cura di), *Pietre di Liguria*, Genova, 1993, pp. 37-44.
- T. MANNONI**, *Archeologia ed archeometria dei muri in pietra, superfici e strutture in Liguria*, in *Le pietre nell'architettura: struttura e superfici*, Bressanone 1991, pp. 151-162.
- T. MANNONI**, *Introduzione all'archeometria*, in T. MANNONI, A. MOLINARI, (a cura di), *Scienze in archeologia. Il Ciclo di Lezioni sulla Ricerca applicata in Archeologia (Certosa di Pontignano 1988)*, Firenze 1990, pp. 27-34.
- T. MANNONI, M. MILANESE**, *Mensicronologia*, in R. FRANCOVICH, R. PARENTI, (a cura di), *Archeologia e restauro dei monumenti : 1. ciclo di lezioni sulla ricerca applicata in archeologia : Certosa di Pontignano (Siena), 28 settembre-10 ottobre 1987*, Firenze 1988, pp. 383-402.
- T. MANNONI**, *Metodi per la datazione dell'edilizia storica*, in *Archeologia medievale*, A, XI, 1984, pp. 11-19.
- L. MARINO**, *Il rischio nelle aree archeologiche*, Firenze 2013.
- L. MARINO**, *Il calcestruzzo armato con barre di legno nell'architettura medievale. Interpretazione e conservazione*, in *Il calcestruzzo per l'edilizia del nuovo millennio Progetto e tecnologia per il costruito*, atti del II Congresso Internazionale Concrete 2012, Termoli 25-26 ottobre 2012.
- L. MARINO, C. PIETRAMELLARA**, *Tecniche edili tradizionali: contributi per la conoscenza e la conservazione del patrimonio archeologico*, Firenze 1999.
- L. MARINO**, *Archeologia e restauro, restauro dell'archeologia*, R. FRANCOVICH, R. PARENTI, (a cura di), *Archeologia e restauro dei monumenti: 1. ciclo di lezioni sulla ricerca applicata in archeologia : Certosa di Pontignano (Siena), 28 settembre-10 ottobre 1987*, Firenze 1988, pp. 135-155.
- M. MILANESE**, *Archeologia delle piazzeforti spagnole della Sardegna nord-occidentale (Alghero Bosa e Castelsardo)*, in *Archeologia Postmedievale*, vol. 13, 2012, pp. 141-170.
- M. MILANESE**, *Paesaggi rurali e luoghi del potere nella Sardegna medievale*, in *Archeologia Medievale*, XXXVII, 2010, pp. 247-258.
- M. MILANESE**, *Castelsardo: archeologia di una fortezza dai Doria agli Spagnoli*, Sassari 2010.
- M. MILANESE**, *Post-Medieval Archaeology in Italy: general issues and ten years of researches (1995-2005)*, in J. UNWIN, *Specialization and fragmentation-Interpretation of processes in Sheffield's metalworking industries*, Firenze 2007 pp. 41-50.
- M. MILANESE**, *Alghero : archeologia di una città medievale*, in *Archeologia postmedievale: società, ambiente, produzione*, 1998, vol.2, n.2, pp. 9-54.
- M. MILANESE**, *Recherches récentes d'archéologie médiévale en Corse, Patrimoine d'une île*, in *Archeologia medievale: cultura materiale, insediamenti, territorio*, 1996, vol.23, pp. 786-789.
- C. MILETO, F. VEGAS**, *El análisis estratigráfico constructivo como documentación de la materialidad y guía para su conservación en el proyecto de restauración: las Torres de Serranos de Valencia y la Torre del Homenaje del Castillo de Cofrentes (Valencia)*, *Arqueología de la Arquitectura*, n.2, 2003, pp. 205-211.
- C.M. MORALES, E. DE VEGA GARCÍA**, *Arqueología aplicada al estudio e interpretación de edificios históricos, Últimas tendencias metodológicas*, Subdirección General de Publicaciones, Información y Documentación, 2010.
- S.F. MUSSO**, «Construction history» and «Construction of histories». University education and the future of construction history, in S. HUERTA (a cura di), *Proceedings of the First International Congress on Construction History*, Madrid, 20-24 gennaio 2003, pp. 1509-1517.
- G. ORTU, A. SANNA**, *Atlante delle culture costruttive della Sardegna. Le geografie dell'abitare*, Roma 2009.
- G. ORTU, A. SANNA**, *Atlante delle culture costruttive della Sardegna. Approfondimenti*, Roma 2009.
- R. PARENTI**, *Dalla stratigrafia all'archeologia dell'architettura. Alcune recenti esperienze del laboratorio senese*, in *Arqueologia de la arquitectura*

tectura, n.1, 2002, pp. 73-82.

R. PARENTI, *Le tecniche di documentazione per una lettura stratigrafica dell'elevato*, in R. FRANCOVICH, R. PARENTI, (a cura di), *Archeologia e restauro dei monumenti : 1. ciclo di lezioni sulla ricerca applicata in archeologia : Certosa di Pontignano (Siena)*, 28 settembre-10 ottobre 1987, Firenze 1988, pp. 249-279.

R. PARENTI, *Sulle possibilità di datazione e di classificazione delle muraure*, in R. FRANCOVICH, R. PARENTI, (a cura di), *Archeologia e restauro dei monumenti : 1. ciclo di lezioni sulla ricerca applicata in archeologia : Certosa di Pontignano (Siena)*, 28 settembre-10 ottobre 1987, Firenze 1988, pp. 280-304.

R. PARENTI, *Una proposta di classificazione tipologica delle murature postclassiche*, in G. BISCONTIN, R. ANGELETTI (a cura di), *Conoscenze e sviluppi teorici per la conservazione di sistemi costruttivi tradizionali in muratura*, Atti del Convegno di Studi, Bressanone 23-26 Giugno 1987, pp. 49-61.

R. PARENTI, *La lettura stratigrafica delle murature in contesti archeologici e di restauro architettonico*, in *Restauro&Città*, n. 2, 1, 1985, pp.55-68.

R. PARENTI, *Le strutture murarie: problemi di metodo e prospettive di ricerca*. In *Archeologia Medievale*, vol. X, 1983, pp. 332-338.

C. PIETRAMELLARA, *L'uso del legno nelle murature antiche*, in C. PIETRAMELLARA, L. MARINO, *Tecniche edili tradizionali: contributi per la conoscenza e la conservazione del patrimonio archeologico*, Firenze 1998, pp. 37-40.

V. PRACCHI (a cura di), *Lo studio delle tecniche costruttive storiche: stato dell'arte e prospettive di ricerca*, Como 2008.

M.G. PUTZU, *Tecniche costruttive murarie medievali. La Sardegna*, Roma 2015.

M.G. PUTZU, D. ESPOSITO, *Tecniche costruttive*, in *Instruments and Methodologies for Cultural Heritage Conservation and Valorisation*, 2012, pp. 58-65.

M.G. PUTZU, *Tecniche costruttive murarie medievali in Sardegna fra il X e il XV secolo*, in S. HUERTA, R. MARÍN, R. SOLER, A. ZARAGOZA (a cura di), *Actas del VI Congreso Nacional de Historia de la construcción*, Valencia, 21-24 ottobre 2009, Valencia 2009, pp. 1125-1135.

M.G. PUTZU, *Tecniche costruttive medievali in Sardegna fra il X e il XV secolo: persistenze e innovazioni*, in C. VARAGNOLI (a cura di), *Muri Parlanti. Prospettive per l'analisi e la conservazione dell'edilizia storica*, Atti del Convegno, Pescara 26-27 Settembre 2008, Firenze 2009, pp. 91-102.

M.G. PUTZU, *Interpretazioni fra le antiche mura sarde*, in *Recuperare l'edilizia*, Milano 2009, n.59, pp. 41-45.

M.G. PUTZU, *Ricomposizione e ricostruzione dei partiti architettonici degli edifici antichi: metodologie a confronto*, in *ARKOS scienza e restauro dell'architettura*, n.s, V, 7, Firenze 2004, pp. 16-21.

M.G. PUTZU, *Progetto archeologico, progetto architettonico*, in *ARKOS scienza e restauro dell'architettura*, n.s IV, 5, Firenze 2003, pp. 18-25.

M.G. PUTZU, *Estratto della tesi Testimonianze del gotico arborense, problemi di conservazione (1250-1350) in Bollettino della Biblioteca della facoltà di architettura dell'Università degli studi di Roma "La Sapienza"*, Roma 2002, pp. 174-175.

J.A. QUIRÓS CASTILLO, *Arqueología de la Arquitectura en España*, in *Arqueología de la Arquitectura*, n. 1, 2002, pp.27-38.

J.A. QUIRÓS CASTILLO, *La sillería y las técnicas constructivas medievales: historia social y técnica de la producción arquitectónica*, in *Archeologia medievale*, XXV, 1998, pp. 235-246.

N. REVEYRON, *L'archéologie du bâti en France*, in *Archeologia dell'architettura*, n. XV, 2010, pp. 29-44.

N. REVEYRON, *L'apport de l'archéologie du bâti dans la monographie d'architecture*, In *Situ*, n. 2, 2002.

A. SANNA, *Il Sulcis e l'Iglesiente, l'edilizia diffusa e i paesi*, I Manuali del recupero dei centri storici della Sardegna, Roma 2009.

A. SANNA, F. CUBONI (a cura di), *Architettura in pietra delle Barbagie, dell'Ogliastra, del Nuorese e delle Baronie*, I manuali del recupero dei centri storici della Sardegna, Roma 2009.

A. SANNA, C. ATZENI (a cura di), *Architettura in terra cruda dei Campidani, del Cixerri e del Sarrabus*, I Manuali del recupero dei centri storici della Sardegna, Roma 2009.

A.L. SANNA ET ALII, *Sistemi Informatici Avanzati per l'analisi stratigrafica archeologica*, Technical Report CRS4 TR 03, CRS4, Center for Advanced Studies, Research, and Development in Sardinia, Number CRS4 TR

03, giugno 2003.

U. SANNA, M. ACHENZA (a cura di), *Il manuale tematico della terra cruda*, I manuali del recupero dei centri storici della Sardegna, Roma 2009.

U. SANNA, C. ATZENI (a cura di), *Il manuale tematico della pietra*, I manuali del recupero dei centri storici della Sardegna, Roma 2009.

P. SCARPELLINI, *Informazioni tecniche dall'analisi documentaria*, in G. ORTU, A. SANNA, *Atlante delle culture costruttive della Sardegna. Le geografie dell'abitare*, Roma 2009, pp. 271-304.

T. TASSIOS, *Meccanica delle murature*, Napoli, 1988;

A. URGU, *San Michele di Murusas. La conoscenza di un villaggio medievale scomparso attraverso lo studio della sua chiesa*, in M. MILANESE (a cura di), *QUAVAS Quaderni del Centro di Documentazione dei Villaggi Abbandonati della Sardegna*, n. IV, 200x, pp. xx-xx.

A. URGU, *Le chiese rurali del nord-ovest della Sardegna. Il contributo dell'archeologia dell'architettura nello studio dei villaggi medievali scomparsi*, in A. LUONGO, M. PAPERINI (a cura di), *Medioevo in formazione II, tra ricerca e divulgazione*, vol. IV, 2014, p. 78-87.

C. VARAGNOLI (a cura di), *Muri parlanti. Prospettive per l'analisi e la conservazione dell'edilizia storica*, Firenze 2009.

L. ZORDAN, *Le tradizioni del costruire della casa in pietra : materiali, tecniche, modelli e sperimentazioni*, Firenze 2009.

R.E. ZUPKO, *Metrologia architettonica*, in A.M. ROMANINI, *Enciclopedia dell'arte medievale*, Roma 1997.

Archeometria

C. BARTOLOMUCCI, I. TRIZIO, *Dal rilievo del danno sismico al disegno per il progetto di restauro: un'applicazione di documentazione speditiva in condizioni di emergenza*. In *DISEGNARECON*, vol. 8, n. 14, gennaio 2015, pp. 241-248.

G. CARCANGIU ET ALII, *Geomaterials and decay forms of the coastal towers of Piscinì and Foghe, Weastern Sardinia*, in P. RODRÍGUEZ NAVARRO (a cura di), *Defensive architecture of the Mediterranean*, op. cit., vol. 2, pp.345-352.

F. CASADIO, G. CHIARI, S. SIMON, *Evaluation of binder/aggregate ratios in archaeological lime mortars with carbonate aggregate: a comparative assessment of chimica, mechanical and microscopic approaches*, in *Archaeometry*, 2005, n. 47, pp. 671-689.

C. CELAURO ET ALII, *An automated procedure for computing the packing properties of dense and locked sands by image analysis of thin sections*, in *Granular Matter*, n. 16, 2014, pp. 867-880.

S. COLUMBU, G. CARCANGIU, F. SITZIA, *The ancient mortars and geo-materials of tower fortification of Nora (Pula, Sardinia, Italy)*, in P. RODRÍGUEZ NAVARRO (a cura di), *Defensive architecture of the Mediterranean*, P. RODRÍGUEZ NAVARRO, (a cura di), *Defensive architecture of the Mediterranean, XV to XVIII centuries, Proceedings of International Conference on Modern Age fortifications of the western Mediterranean coast-FORTMED*, Valencia 15-18 ottobre 2015, 2015, vol. II, pp.357-364.

S. COLUMBU, G. VERDIANI, *The church of St. Saturnino in Cagliari, Sardinia Reading the levels of history through the use of digital survey and the petrophysical study of materials*, in *Proceedings of 19th International Conference on cultural heritage and new technologies*, Vienna, novembre 2014, pp. 1-15.

G.M. CRISCI, M. FRANZINI, M. LEZZERINI, T. MANNONI, M. P. RICCARDI, *Ancient mortars and their binder*, in *Periodico di mineralogia*, vol. 73, spec. Issue 3, 2004, pp. 259-268.

J. ELSEN ET ALII, *Microscopical study of ancient mortars from Tournai (Belgium)*, in *Materials Characterization*, 53, pp. 289-295.

J. J. HERMANN, N. HERZ, R. NEWMAN, *Asmosia 5, Interdisciplinary Studies on ancient stone – Proceedings of the fifth International conference of the association for the study of marble and other stones in antiquity, Museum of fine arts (Boston, June 11-15, 1998)*, London 2002.

U. MENICALI, *I materiali dell'edilizia storica, tecnologia e impiego dei materiali tradizionali*, Roma 1992.

H. MORILLAS ET ALII, *Analytical Methodology to diagnose the impact of different environmental stressors in historical buildings close to the sea*, in *Proceedings of 6th International Congress Science and Technology for the Safeguard of Cultural Heritage in the Mediterranean Basin*, Atene, 22-25 Ottobre 2013.

A. MOROPOULOU ET ALII, *San Francisco Monastery, Quito, Ecuador:*

Bibliografia

- characterisation of building materials, damage assessment and conservation considerations, in *Journal of Cultural Heritage*, n. 4, 2003, pp. 101-108.
- A. MOROPOULOU, A. BAKOLAS, K. BISBIKOU**, *Investigation of the technology of historic mortars*, in *Journal of Cultural Heritage*, n. 1, 2000, pp. 45-58.
- S.F. MUSSO**, *Architettura segni e misura. Repertorio di tecniche analitiche*, Bologna 1995, p. 257.
- E. PECCHIONI, F. FRATINI, E. CANTISANI**, *Le malte antiche e moderne tra tradizione e innovazione*, Bologna 2008.
- P. PRIMAVORI**, *I materiali lapidei della Sardegna*, Villaspeciosa 2011.
- G. RANIERI**, *Metodi non distruttivi per lo studio del degrado architettonico e statico delle costruzioni*, in G.G. ORTU, A. SANNA (a cura di), *Atlante delle culture costruttive della Sardegna. Approfondimenti*, Roma 2009, pp. Xx-xx.
- S. SIANO**, *Note introduttive*, in S. SIANO (a cura di), *Archeometria e restauro*, Firenze 2012.
- S. SIANO** (a cura di), *Archeometria e restauro*, Firenze 2012.
- E.C. WELLS**, *Archaeometry: definition*, in *Encyclopedia of Global Archaeology*, New York 2014, pp. 468-470.
- Rilievo e fotogrammetria digitale*
- P. ARIAS ET ALII**, *Methods for documenting historical agro-industrial buildings: a comparative study and a simple photogrammetric method*, in *Journal of cultural heritage*, n. 7, 2006, 350-354.
- A. ARRIGHETTI**, *Tecnologie fotogrammetriche e registrazione 3D della struttura materiale: dal rilievo alla gestione dei dati*. In *Archeologia e Calcolatori*, n. 23, 2012, pp. 283-296.
- C. BALLETTI ET ALII**, *Dal rilievo alla maquette: il caso di San Michele in isola*, in *Archeomatica*, n.2, giugno 2002, pp. 26-32.
- L. BARAZZETTI ET ALII**, *Photogrammetric survey of complex geometries with low-cost software: Application to the 'G1 temple in Myson, Vietnam*, in *Journal of Cultural Heritage*, 2011, n. 12, pp. 253-262.
- F. BUSCEMI ET ALII**, *Tecniche di fotomodellazione per la documentazione e la comunicazione in archeologia: il sito di Calicantone (RG)*, in *Archeologia e calcolatori*, n. 25, 2014, pp. 131-156.
- P. CASU**, *Volte tardogotiche sarde: disegno, misura, materia*, Tesi di dottorato in Tecnologia per la conservazione dei beni architettonici e ambientali, Università di Cagliari, ciclo XXV, maggio 2012.
- J. CHANDLER, J. FRYER**, *AutoDesk 123D Catch: How accurate is it?* In *Geomatics world*, January / February 2013, pp. 28-30.
- P. CHIAS ET ALII**, *A GIS in cultural heritage based upon multiformat database and hypermedial personalized queries*, in A. GEORGOPOULOS (a cura di), *Proceedings of XXI International CIPA Symposium*, 1-6 October 2007, Atene, XXXVI-5, pp. 222-226.
- H. DEL COX, J. LENOIR**, *Creating a 3D Model without CAD: Tools and Tips for Laser Scanning and Photogrammetric Techniques*. In *Proceedings of the 2015 ASEE Southeast Section Conference*, Seattle, 12-14 aprile 2015, pp. Xx-xx.
- D. DOMINICI, S. GRASSI, F. RADICIONI**, *Utilizzo delle tecniche innovative di fotogrammetria digitale per il recupero e salvaguardia dei beni architettonici*, in *Giornata nazionale di studio del CIPA*, Atti del convegno, Ancona, 23 giugno 2000, Ancona, 2000.
- M. FABRIS ET ALII**, *Metodologie integrate per la georeferenziazione e rilievi 3D terrestri nell'antica città di Palmyra (Siria)*, in *Atti 14a Conferenza Nazionale ASITA*, Brescia 9-12 novembre 2010, pp 947-952.
- S. FAVARETTO**, *Metodologie di rilevamento ad alta risoluzione per beni archeologici a scala architettonica*, tesi di dottorato in Scienze e Tecnologie per i Beni Archeologici e Architettonici, ciclo XXIII, Università degli studi di Padova, 2011.
- M. FILIPPUCCI**, *Nuvole di pixel. La fotomodellazione con software liberi per il rilievo d'architettura. Pixel clouds. Free photomodelling software for architectural survey*. In *Disegnarecon*, vol. 3, n. 6, 2010, pp. 150-163.
- M. GALIZIA, C. SANTAGATI**, *Low cost image-based modeling techniques for archaeological heritage digitalization: more than just a good tool for 3d visualization?*. In *Virtual Archaeology Review*, vol. 4, n. 9, 2013, pp. 123-129.
- R. GHERARDI ET ALII**, *Automatic camera orientation and structure recovery with Samantha*. In *The International archives of the photogrammetry, Remote sensing and Spatial Information science*, XXXVIII-5/W16, 2011, pp. 261-268.
- V.A. GIRELLI**; *Tecniche digitali per il rilievo, la modellazione tridimensionale e la rappresentazione nel campo dei beni culturali*, tesi di dottorato in Scienze geodetiche e topografiche, XIX ciclo, Università di Bologna, 2005.
- T.P. KERSTEN, M. LINDSTAEDT**, *Image-Based Low-Cost Systems for Automatic 3D Recording and Modelling of Archaeological Finds and Objects*, in *Progress in Cultural Heritage Preservation. 4th International Conference, EuroMed 2012, Limassol, Cyprus, October 29 – November 3, 2012. Proceedings, Series Lecture Notes in Computer Science*, vol. 7616, 2012, pp 1-10.
- A. KOUTSOUDIS ET ALII**, *Multi-image 3D reconstruction data evaluation*, in *Journal of Cultural Heritage*, Vol. 15, Issue 1, Gennaio-Febbraio 2014, pp. 73-79.
- L. MARINO**, *Il rilievo per il restauro*, Milano 1990.
- N. MICHELETTI, J.H. CHANDLER, S.N. LANE**, *Structure from Motion (SfM) Photogrammetry*, In *Geomorphological Techniques*, Cap. 2, Sec. 2.2, 2015, p. 1-12.
- R. OPITZ ET ALII**, *Close-range photogrammetry vs. 3D scanning: Comparing data capture, processing and model generation in the field and the lab*. In *The Conference of Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA) Southampton 2012*.
- C. PISU, P. CASU**, *Photo-modeling and cloud computing. Application in the survey of late gothic architectural elements*, in: J. BOEHM, *Proceedings of 3D Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures (3D-ARCH 2013)*, International Archives of the Photogrammetry, Trento, 25-26 Febbraio, ISPRS, Vol. XL-5/W1, 2013, pp.43-50.
- C. PISU, P. CASU**, *Cloud GIS and 3D modeling to enhance Sardinian late gothic architectural heritage*. In *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Atti del XXIV International CIPA Symposium, Strasbourg 2-6 Settembre 2013, Volume XL-5/W2, 2013, pp. 489-494.
- E. REMONDINO ET ALII**, *State of the art in high density image matching*, in *The Photogrammetric Record*, Vol. 29, Issue 146, pp. 144-166, June 2014.
- F. REMONDINO**, *Rilievo e modellazione 3D di siti e architetture complesse*, in *DISEGNARECON*, 4/8 dicembre 2011;
- C. SANTAGATI, L. INZERILLO, F. DIPAOLO**, *Image-based modeling techniques for architectural heritage 3D digitalization: limits and potentialities*. In P. GRUSSEMAYER (a cura di), *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Atti del International CIPA Symposium, Strasbourg 2 – 6 Settembre 2013, Vol. XL-5/W2, pp. 550-560.
- T. TO, D. NGUYEN, G. TRAN**, *Automated 3D architecture reconstruction from photogrammetric structure and motion: a case study of the "One Pilla" pagoda, Hanoi, Vietnam*, in *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Proceedings of 36th International Symposium on Remote Sensing of Environment, 11-15 May 2015, Berlin, Germany, Volume XL-7/W3, 2015, pp. 1425-1429.
- Sistemi informativi territoriali e catalogazione*
- A. AGAPIOU ET ALII**, *Cultural heritage management and monitoring using remote sensing data and GIS: The case study of Paphos area, Cyprus*, in *Computers, Environment and Urban Systems*, n.54, 2015, pp. 230-239.
- E. ALBERI, P. BOCCARDO, A. SPANÓ**, *A new concept GIS for archaeological studies*. In *International archives of the photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences*, vol. XXXIV-5/C7, 2001.
- P. ARDISSONE**, *Sistemi informativi spaziali per i beni culturali ambientali*, tesi di dottorato in Disegno e rilievo per la tutela del patrimonio edilizio e territoriale, Politecnico di Torino, XIX ciclo, aprile 2006.
- P. ARDISSONE, F. RINAUDO**, *A GIS for the management of historical and archaeological data*, in AA.VV., *International Archives of Photogrammetry and Remote sensing and Spatial Information Sciences*, n. 36, 5, 2005, pp. 643-648.
- C. BARACCHINI ET ALII**, *SiCaR: un sistema per la documentazione georeferenziata in rete*, in *Scienza e beni culturali*, vol. XXI, 2005, pp. 735-747.

- C. BARACCHINI ET ALII**, *SICaR: geographic Information System for the documentation of restoration analysis and intervention*, in *Atti del convegno Optical Metrology for Arts and Multimedia Munich*, Monaco, giugno 2003.
- C. BARTOLOMUCCI**, *Una proposta di 'cartella clinica' per la conservazione programmata*, in *Arkos*, V, gennaio/marzo 2004, pp. 59-65.
- E. CERUTTI, F. NOARDO, A. SPANÓ**, *Architectural Heritage Semantic Data Managing and Sharing in GIS*, in *Proceedings of the 1st International Conference on Geographical Information Systems Theory, Applications and Management*, Barcelona, 2015, pp. 121-128.
- S.D. ESPOSITO**, *La raccolta ragionata dei dati e delle informazioni per la gestione, la manutenzione ed il monitoraggio dei beni e culturali architettonici*, tesi di dottorato in Beni culturali, XXIV ciclo, Politecnico di Torino, 2013.
- R. PICONE, S. CASIELLO, E. ROMEO**, *Criteri e metodi per la catalogazione dei beni culturali*, Napoli 1996.
- P.J. TAYLOR, R.J. JOHNSTON**, *GIS and Geography*. In PICKLES J. (a cura di) *Ground Truth. The social implications of Geographic Information Systems*, London 1995, pp. 51-67.
- REGIONE LIGURIA**, *Linee guida per un recupero urbano bioecocompatibile*, 2004.
- REGIONE SARDEGNA**, Assessorato degli Enti Locali, Finanze ed Urbanistica, *La tutela del paesaggio nei centri di antica e prima formazione, linee guida*, 2009.
- P. SANPAOLESI**, *Discorso sulla metodologia generale del restauro dei monumenti*, Firenze 1973.

Progetto di restauro

- AA.VV.**, *Manuale tecnico degli interventi sulla fruizione dei siti fortificati. For Access. Accessibilità sostenibile e gestione comune delle fortificazioni difensive*, Genova 2013.
- AA.VV.**, *Linee guida di gestione del sistema delle fortificazioni difensive. For Access. Accessibilità sostenibile e gestione comune delle fortificazioni difensive*, Genova 2013.
- P.L. BIAGIONI**, *Accessibilità e comunicazione*, in AA.VV., *Manuale tecnico degli interventi sulla fruizione dei siti fortificati. For Access. Accessibilità sostenibile e gestione comune delle fortificazioni difensive*, Sagep Editori, Genova 2013, pp. 88-94.
- X. CAMPUS**, *Gestione e usi compatibili*, in AA.VV., *Manuale tecnico degli interventi sulla fruizione dei siti fortificati. For Access. Accessibilità sostenibile e gestione comune delle fortificazioni difensive*, Genova 2013.
- G. CARBONARA**, *Adeguamento del patrimonio storico ed archeologico*, lezione X, edizione del corso di formazione post-lauream *Progettare per tutti senza barriere architettoniche*, Roma, 2002.
- G. CARBONARA** (a cura di), *Trattato di restauro architettonico*, voll. I-IV, Torino 1996.
- G. CARBONARA**, *Teoria e metodi del restauro*, in G. CARBONARA (a cura di), *Trattato di restauro architettonico*, vol. I, Torino 1996.
- C. FEIFFER**, *La conservazione delle superfici intonacate: il metodo e le tecniche*, Ginevra-Milano 2006.
- C. GIANNATTASIO, V. PINTUS, L. FENU**, *Disegnare il presente sulle tracce del passato. Restauro e riuso del Castello Sivilier di Villasor*, in V. FORAMITTI, E. LUSSO (a cura di), *Fortificazioni, memoria, paesaggio* Convegno scientifico in occasione dei cinquant'anni di attività dell'Istituto Italiano dei Castelli, 1964-2014, Bologna, 27-29 novembre 2014, Udine 2014.
- C. GIANNATTASIO**, *Quadro conoscitivo*, in AA.VV., *Manuale tecnico degli interventi sulla fruizione dei siti fortificati. For Access. Accessibilità sostenibile e gestione comune delle fortificazioni difensive*, Sagep Editori, Genova 2013, pp. 8-25.
- F. GURRIERI**, *Restauro e Conservazione. Carte del restauro, norme, convenzioni e mozioni sul patrimonio architettonico ed artistico*, Firenze 1992.
- ICOMOS**, *Principi per l'analisi, la conservazione e il restauro strutturale del patrimonio architettonico*, Victoria Falls, 2003.
- A. LAPIDARI**, *Accessibilità e fruizione*, in AA.VV., *Manuale tecnico degli interventi sulla fruizione dei siti fortificati. For Access. Accessibilità sostenibile e gestione comune delle fortificazioni difensive*, Sagep Editori, Genova 2013, pp. 64-71.
- S.F. MUSSO**, *Recupero e restauro degli edifici storici*, Roma 2006.
- B. PERI, A. MONSÚ SCOLARO, A. PILI, A. URGU**, *Centri storici e piani particolareggiati. Alcune esperienze*, in G. MACIOCCO (a cura di), *Il territorio, la memoria, il progetto*, Milano, 2010, pp. 222-245 e 255-260.
- R. PICONE**, *Il rudere architettonico nella storia del restauro*, in *Confronti*, 2012, pp. 27-40.
- R. PICONE**, *Conservazione e accessibilità. Il superamento delle barriere architettoniche negli edifici e nei siti storici*, Napoli 2004.

Ringraziamenti

Desidero ringraziare tutti coloro che hanno reso possibile lo sviluppo e la conclusione di questo lavoro. Ringrazio in particolar modo i due tutor accademici, la prof.ssa Giannattasio e la prof.ssa Grillo per avermi guidata e sostenuta nella ricerca. Preziosi sono stati i consigli della referee, la prof.ssa Marina D'Aprile, che mi hanno consentito di apportare un miglioramento al mio lavoro. Ringrazio inoltre l'Agenzia regionale Conservatoria delle coste per aver finanziato la borsa di ricerca e per aver agevolato lo svolgimento di alcuni sopralluoghi in luoghi di difficile accesso. Un particolare ringraziamento va anche alle colleghe Paola Altamura, Valentina Pintus e Martina Porcu per il prezioso supporto in fase di editing della tesi. Infine ringrazio tutta la mia famiglia e, in particolare, il mio compagno Fausto, collaboratore paziente e sostegno indispensabile in questo percorso di ricerca, e il piccolo Alessandro, fonte inesauribile di energia e buonumore.