



SONIA MOLLICA

I FARI DEL MEDITERRANEO

TRA MODELLAZIONE PARAMETRICA E ONTOLOGIA

PUBLICA

ISBN: 9788899586461

PUBLICA

COMITATO SCIENTIFICO

Marcello Balbo
Dino Borri
Paolo Ceccarelli
Enrico Cicalò
Enrico Corti
Nicola Di Battista
Carolina Di Biase
Michele Di Sivo
Domenico D'Orsogna
Maria Linda Falcidieno
Francesca Fatta
Paolo Giandebiaggi
Elisabette Gola
Riccardo Gulli
Emiliano Ilardi
Francesco Indovina
Elena Ippoliti
Giuseppe Las Casas
Mario Losasso
Giovanni Maciocco
Vincenzo Melluso
Benedetto Meloni
Domenico Moccia
Giulio Mondini
Renato Morganti
Stefano Moroni
Stefano Musso
Zaida Muxi
Oriol Nel.lo
Joao Nunes
Gian Giacomo Ortu
Giancarlo Paba
Rossella Salerno
Enzo Scandurra
Silvano Tagliagambe

Tutti i testi di PUBLICA sono sottoposti a *double peer review*

PUBLICA
SHARING KNOWLEDGE

SONIA MOLLICA

I FARI DEL MEDITERRANEO

TRA MODELLAZIONE PARAMETRICA E ONTOLOGIA

PUBLICA

ISBN: 9788899586461

INCIPIT

SONIA MOLLICA
I FARI DEL MEDITERRANEO
TRA MODELLAZIONE PARAMETRICA E ONTOLOGIA

© PUBLICA, Alghero, 2019
ebook ISBN 9788899586461
Pubblicazione e stampa

PUBLICA
Dipartimento di Architettura, Urbanistica e Design
Università degli Studi di Sassari
WWW.PUBLICAPRESS.IT



INDICE

Presentazione	9
<i>Francesca Fatta</i>	
1. Introduzione	12
2. Il Mediterraneo	16
2.1 Spazio terrestre e <i>mediterraneità</i>	20
2.2 La linea del mare e lo sviluppo costiero	22
2.2 La rete dei fari del Mediterraneo	26
3. Breve storia dei fari	34
3.1 L'origine dei fari: tra mito e storia	36
3.2 Tecniche e tecnologie d'illuminazione	41
3.3 Dalla nascita della farologia ad oggi	45
4. Le invaribili: luce, colore e paesaggio	54
4.1 La linea terracquea	58
4.2 Il fascio di luce	60
4.3 Il paesaggio	66
4.4 Il colore: tra paesaggio e architettura	68
4.5 Motivi e pattern	70

5. Geometria e forma: per una catalogazione semantica	76
5.1 La geometria dei fari: il quadrato, il triangolo e il cerchio	80
5.2 Classificazione tipologica dei fari	90
5.3 Le variabili replicabili e non replicabili	96
6. Individuazione/conoscenza. Rappresentazione/modello	108
6.1 L'atlante dei fari del Mediterraneo	110
6.2 L'atlante semantico dei fari italiani	113
6.3 Rilievi e rappresentazioni	114
6.4 La funzione del modello	116
7. Modellazione semantica parametrica	120
7.1 Il BIM e l'HBIM	122
7.2 La gestione della conoscenza: il modello di progetto	125
7.3 Sviluppo di una metodologia parametrica: la scomposizione semantica	126
7.4 Il modello di progetto dei fari italiani	132
7.5 L'applicazione del modello ai casi studio	152
8. L'ontologia come forma di conoscenza e di condivisione dei dati	176
8.1 Teoria e utilizzo dell'ontologia	178
8.2 Per una ontologia dei fari italiani: motivi della ricerca e tassonomia	183
8.3 Le relazioni: proprietà degli oggetti e proprietà dei dati	188
8.4 Competency questions: grafi della conoscenza per la riconnessione dei dati	190
9. Conclusioni	196
Glossario ontologico	201
Bibliografia	205

Presentazione

Sui fari si è scritto, fotografato, disegnato e soprattutto fantasticato tanto. Architetture di bordo che segnano il confine terraqueo che, nel nostro Mediterraneo, è fatto di coste rocciose e lunghe spiagge secondo un alternarsi che non è mai casuale. Architetture che creano luoghi che si disvelano e ci stupiscono sempre, indirizzandoci verso un percorso affascinante non solo per i naviganti, ma anche attraverso le pagine dei portolani e gli itinerari delle carte nautiche.

L'immagine che ci offre il Mediterraneo, nonostante la bellezza e il senso pacificante che ispirano i fari che ne demarcano le coste, non è comunque rassicurante. La sua sponda settentrionale presenta un ritardo rispetto al Nord Europa, e altrettanto la riva meridionale rispetto a quella europea. Tanto a Nord quanto a Sud, l'insieme del bacino si lega con difficoltà al continente. Eppure questo mare chiuso deve considerarsi come un "insieme" di culture tenendo conto anche delle fratture che lo dividono e dei conflitti che lo dilanano.

Rimangono a testimoniare quelle architetture che per forma, dimensione e posizione, costituiscono una sorta di paradigma, un passo distintivo che può leggersi in modo nitido e incontrovertibile come una cintura di bordo, nel ruolo di avvistamento dal mare e di accoglienza da terra.

Il faro posizionato sulle rive del Mediterraneo è una metafora di luce; per lo più la sua identità non sta nel soggetto ma nella relazione. Una relazione fatta di accoglienza: accogliere l'altro, questa è la sfida: accogliere lo straniero di altra terra, razza e cultura.

Ma vi è quell'aspetto che riguarda la sua struttura architettonica, spesso intesa come un lato strettamente funzionale per l'alloggiamento dell'apparato tecnico per l'illuminazione, un ambito spesso trascurato e poco salvaguardato.

Nella lettura di questo lavoro di ricerca, il mio primo pensiero va a un testo che mi ha accompagnato nella formazione riguardo ai temi di ricerca sul Mediterraneo, sempre generoso di nuovi stimoli, riflessioni e immagini; si tratta del *Breviario Mediterraneo* di Predrag Matvejević, storico croato, nativo di Mostar, raffinato narratore e cosmopolita, scrittore profondo e folgorante come le sue pagine per me memorabili. Il breviario è un diario di bordo, periplo e cronaca di viaggio, raccolta di appunti e narrazioni del mare, dei suoi porti e delle rotte delle sue navi. Sui fari Matvejević scrive: «I fari sono simili ai templi sulle coste del Mediterraneo, e non si può lasciarli solo ai servizi costieri o a quelli della navigazione. Solitamente vengono classificati in rapporto all'età e alle dimensioni, al modo in cui sono costruiti e ai luoghi su cui sono stati innalzati, promontori o isole da cui fanno luce: è bene prendere altresì in considerazione la maniera in cui il mare li circonda, di quale specie è il loro isolamento o il distacco, in quali rapporti si trovano con i porti vicini, l'eventuale intenzione che hanno di diventare porti essi stessi»¹.

Nella lettura, complessa e profonda, del libro di Sonia Mollica, spesso mi sono persa nelle parole di Matvejević perché per me i fari sono una memoria e un presente che partono da lui.

La ricerca presentata in questo volume è strutturata attorno a tre complessi metodologici e teorici correlati: rappresentazione-modello, geometria-forma, semantica-ontologia; l'autrice parte da una disamina storica poiché la grande documentazione aiuta a valutare il tema in modo più consapevole, per una riflessione sul passato volta a rispondere ai bisogni posti dalla contemporaneità.

La sua acuta riflessione si sposta dall'ambito tangibile ad una mappatura mentale e concettuale facendo evolvere il tema della ricerca in un'opportunità di innovazione.

Il libro, come la stessa Mollica scrive, si suddivide in pacchetti funzionali, utili alla narrazione del processo teorico e metodologico, secondo un percorso di lettura dello stato dell'arte che porta dall'attuale consistenza dei fari, «allo studio degli elementi “connettori” dell'intero territorio costiero, per la definizione di reti materiali e immateriali, di relazioni funzionali e semantiche che ne definiscono la geometria e lo stile compositivo».

Le architetture dei fari, caratterizzate da geometrie semplici e ricorrenti, sono adatte a definire una semantica architettonica riconoscibile, riscontrabile in tutto il Mediterraneo. Ciò consente di costruire un paradigma articolato con prospettive comparative, in un contesto transdisciplinare di concetti e approcci digitali.

Fondamentale, per l'approfondimento ontologico il training svolto durante il dottorato di ricerca presso il laboratorio di Parigi, affiliato al CNRS, ove è maturata nell'autrice l'idea di comparare l'aspetto semantico a quello ontologico.

L'affondo ontologico attrae a sé nuovi significati nell'ambito del digitale e della interoperabilità BIM; la possibile unione tra queste due scienze, argomento affrontato durante il periodo di dottorato svolto presso il laboratorio

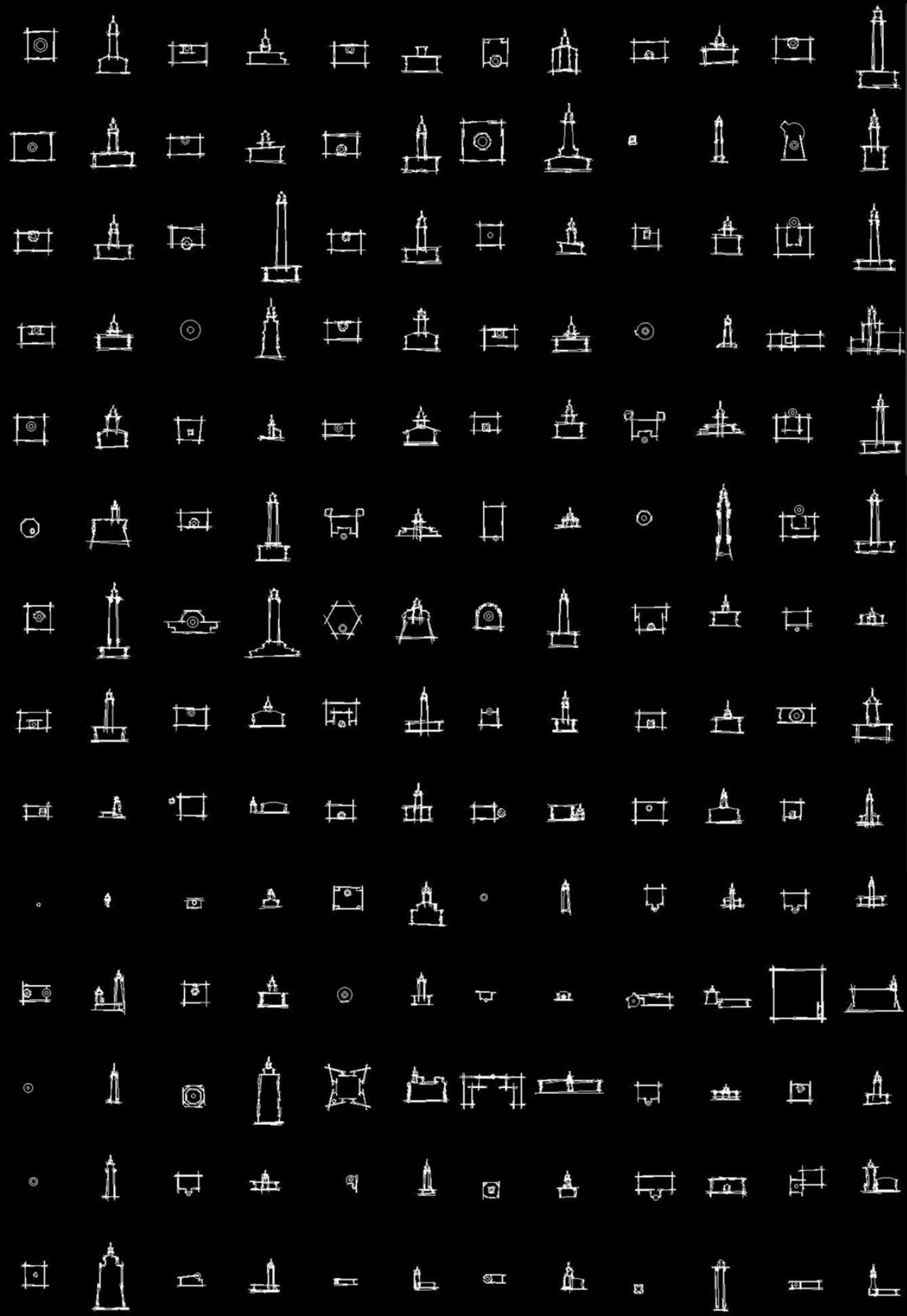
MAP-MAACC del CNRS di Paris_8, permette di incrementare le potenzialità dei software parametrici e ontologici, attraverso i quali facilitare i processi di connessione, creare modelli orientati alla cultura e rendere la conoscenza più inclusiva e *open source*. In questo caso tale procedura viene sperimentata da Sonia Mollica per l'organizzazione compositiva delle invarianti architettoniche del faro – edificio, torre e lanterna – in modo che il processo metodologico di lettura tra semantica e tassonomia diventi utile per la sistematizzazione, la catalogazione e la connessione tra gli elementi.

L'aspetto che emerge alla fine della lettura del volume, riguarda la originale spinta innovativa onto-parametrica per la realizzazione di un nuovo modello di conoscenza dei fari italiani, ossia una libreria fondata sugli elementi semantici parametrizzati, composti da macro e micro variabili, che potenzia ancor di più lo spessore delle architetture dei fari che vanno comprese, sia nella loro individualità, che nel loro "sistema di rete mediterranea" per una concreta messa in valore e salvaguardia.

Francesca Fatta

Note

1. MATVEJEVIĆ PREDAG, *Breviario Mediterraneo*, p. 53, Garzanti, Milano, 2006.



1. Introduzione

Lungo le coste che separano lo spazio urbano da quello terracqueo – ovvero quella superficie e limite costiero teatro di conflitti secolari, di miti e di speranza per un futuro prospero – giacciono quelle architetture denominate “anfibia”, costituite da fondamenta ben salde sul terreno ma con lo sguardo fisso verso l’orizzonte. La loro costruzione risale ad epoche lontanissime e la loro trasformazione va di pari passo con il progredire delle tecnologie di navigazione. Nonostante il susseguirsi di sistemi sempre più innovativi, causa principale del loro abbandono strutturale e storico, i fari hanno rappresentato e rappresentano uno dei principali strumenti alla navigazione, costituendo un ingente esempio architettonico nell’ambito del patrimonio culturale.

Oggi, le architetture costiere, pur mantenendo l’alto valore simbolico e identitario, divengono le protagoniste di una repentina e inesorabile trasformazione dell’organismo architettonico in relitto della storia, un lacerto di memoria ormai passata. In questo senso, infatti, la manutenzione del faro è oggi esclusivamente riservata all’apparato contenente l’ottica luminosa, nonché alla relativa struttura turrita di sostegno, provocando quello che appare come l’estremo contrasto tra conservazione del bene architettonico e progresso tecnologico.

In linea con quella che si configura essere come la riscoperta del valore-utilità indirizzata alla valorizzazione del patrimonio storico, allo stesso modo, i fari riscoprono oggi un nuovo valore paesaggistico, architettonico e culturale, merito del grande senso evocativo che questi esercitano sulla nostra memoria e sul paesaggio. Il patrimonio costiero dei fari del Mediterraneo – perimetro teatro della nascita di queste architetture, composte da fuochi che dalla sommità delle colline rischiavano le notti e indicavano la via ai naviganti – è dunque una categoria architettonica estremamente presente lungo l’intera linea costiera Mediterranea, scandita da un’imponente apparato luminoso pari a circa mille manufatti architettonici.

L'intera casistica dei fari del Mediterraneo si caratterizza da un sistema di reti dall'alto valore artistico, culturale e paesaggistico, nel quale il territorio italiano s'inserisce come virtuoso esempio di linea costiera particolarmente ricca di architetture costiere di rilevanza estetica e storica. L'Italia, infatti, detiene il primato in fatto di quantità e qualità artistica dei manufatti costieri: centosettantaquattro fari costituiti per l'80% da architetture dall'alto valore architettonico, paesaggistico e compositivo. Seppur i fari italiani siano in numero assoluto inferiore rispetto a paesi quali la Grecia e la Croazia, è la valenza storico-architettonica a determinare l'effettiva chiave di volta nell'ambito della valorizzazione culturale, distinguendosi dagli organismi architettonici mediterranei più ricorrentemente semplici e composti unicamente dall'elemento torre. L'Italia si aggiudica dunque il titolo di paese Mediterraneo con il più alto numero di fari a valenza architettonica e paesaggistica (fig. 1).

In merito alla strutturazione del volume, il libro si suddivide in pacchetti funzionali, utili alla narrazione del processo teorico e metodologico. Se il secondo e il terzo capitolo intendono definire lo stato dell'arte e il processo costruttivo-tecnologico che porta oggi i fari all'attuale consistenza; il quarto, il quinto e il sesto capitolo si costituiscono come parti fondamentali indirizzate allo studio degli elementi "connettori" dell'intero territorio costiero, attraverso l'individuazione e la catalogazione di reti materiali e immateriali: relazioni e fattori endogeni, funzionali e stilistici che ne definiscono la geometria e lo stile compositivo. Queste architetture sono infatti caratterizzate da geometrie semplici ma estremamente ricorrenti, attraverso le quali definire una semantica architettonica specifica, riscontrabile in tutte le casistiche costiere presenti nel bacino del Mediterraneo.

Definito l'estremo interesse indirizzato al patrimonio militare costiero e l'effettiva sussistenza di linguaggi comuni, attraverso i quali attuare processi intelligenti e adattivi verso la valorizzazione di queste architetture, è a questo punto possibile scomporre il sistema architettonico principale in tre macro elementi fondamentali – l'edificio, la torre e la lanterna – contenenti le micro varianti, ossia gli elementi più caratterizzanti e specifici di ogni macro elemento afferente il sistema architettonico costiero.

La conoscenza compositiva dell'intera casistica dei fari Mediterranei rende dunque possibile l'individuazione di un sistema-faro generico, caratterizzato da un database di elementi costitutivi estrapolati dai singoli casi studio, processo metodologico per il quale la semantica e la tassonomia si definiscono fondamentali per la sistematizzazione, la catalogazione e la connessione tra gli elementi. È proprio attraverso la semantica e la tassonomia che la metodologia trova le sue fondamenta applicative, attraverso l'utilizzo di due tra i sistemi digitali più efficaci nell'ambito della catalogazione, della connessione e dell'interoperabilità, il BIM e dell'ontologia, topic principali del settimo e dell'ottavo capitolo.

Il BIM applicato ai beni culturali è oggi un tema largamente dibattuto, strumento approfondito da numerose ricerche indirizzate a nuove possibili metodologie di fruizione e di applicazione dei software parametrici nell'ambito del patrimonio costruito. Nonostante l'eccessiva rigidità del BIM per il costruito, oggi le scienze

parametriche si possono dire sufficientemente performanti per la classificazioni e la catalogazione in parti, per le quali la suddivisione semantica teorica degli elementi si configura essere come una tra le sfide più attuali e complesse. In questo senso, è attraverso la scomposizione semantica che il volume intende guidare il lettore verso la creazione di un “modello di progetto dei fari italiani”, ossia una libreria fondata sugli elementi semantici parametrizzati, composti da macro e micro variabili, attraverso le quali modellare specifici casi studio e ottenere un modello coerente alla consistenza reale, in funzione dei dati metrici in nostro possesso.

L'ontologia, al contrario del BIM, risulta essere una tematica ampiamente trattata nella sua accezione filosofica, riscoperta solamente nel corso degli ultimi anni nell'ambito dell'intelligenza artificiale. Questa scienza, infatti, si configura come fondamentale e dall'alto potenziale se inserita all'interno del processo indirizzato alla connessione dei dati, azione essenziale a garantire la comprensione e l'interoperabilità tra elementi, per un'efficace valorizzazione del patrimonio culturale. In questo senso, se da un lato il BIM è già uno strumento dall'alto valore tecnico-pratico, dall'altro, è ancora poco performante nell'ambito della connessione tra dati, per la quale il processo ontologico si definisce come una delle soluzioni utili alla completa scomposizione e connessione dei dati appartenenti ai fari del Mediterraneo.

In definitiva, è dunque forte l'interesse nell'ambito della digitalizzazione e della conseguente valorizzazione del patrimonio culturale, un obiettivo verso il quale il presente volume, mediante l'uso della semantica applicata alle scienze parametriche e ontologiche, intende indirizzarsi attraverso un approccio adattivo e performante dal punto di vista scientifico-tecnologico e sociale-umanistico.

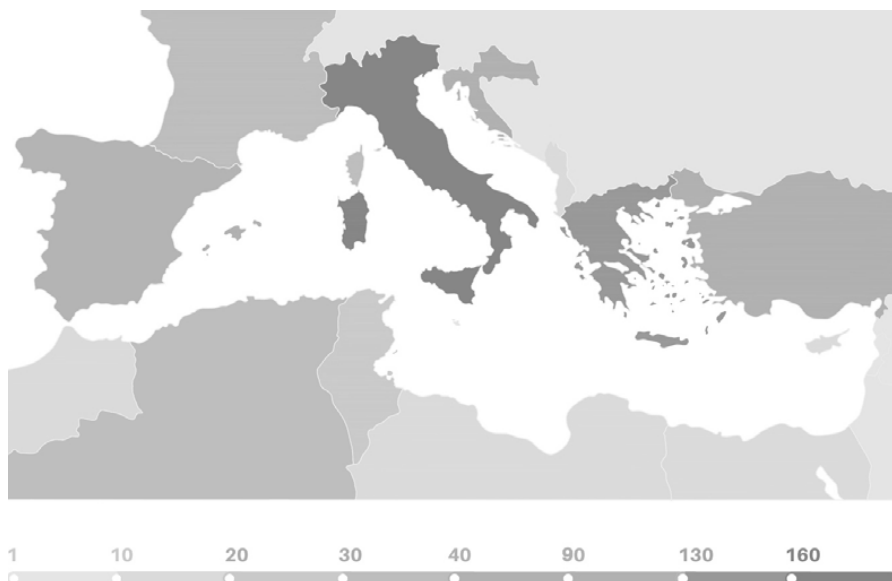


Fig. 1 Carta dei fari e fanali presenti sulle coste italiane nel 1916.



2. Il Mediterraneo

Trattare del vasto territorio Mediterraneo significa viaggiare incontrando sul proprio cammino il mondo romano in Libano, la preistoria in Sardegna, le città greche in Sicilia, la presenza araba in Spagna e l'Islam turco in Jugoslavia¹. Significa incontrare la sovrapposizione di storie antichissime al fianco di saperi ultramoderni: cinte murarie accanto ad edifici contemporanei, città storiche affiancate a centri industriali, piccole barche di pescatori scortate da flussi di enormi petroliere². Questo perché il Mediterraneo è un crocevia antichissimo di esportazioni, di merci, di navi, d'idee, di culture e di vegetazione, spazio luogo di contaminazione e di interazione tra città, tradizioni, culture e società.

Il contesto è particolarmente importante e significativo per comprendere gli sviluppi e le interazioni intercorse tra le città, i territori e i sistemi portuali, caratteri certamente rappresentativi per l'evoluzione tecnologica e compositiva dei fari, architetture di confine tra terra e mare, da sempre simbolo identitario dei luoghi³. Ma come spiegare in maniera efficace un territorio del genere, composto da agglomerati dei quali è spesso difficile coglierne l'inizio e la fine, ossia un sistema fuso e ricomposto in un'unità originale?⁴ Provando a ricostituire tale organismo, è possibile identificare tre macrogruppi, attraverso i quali comporre un magnifico disegno d'insieme: il sistema terrestre, il sistema marittimo e il cielo. La terra è la caratteristica interna dei luoghi, teatro di storie e di miti. Unitamente al cielo, la terra definisce il paesaggio, risultato definitivo e incancellabile di ogni mutamento avvenuto nel contesto sociale, nei modi di produrre e nello stile di vita dei territori⁵. Il sistema marittimo è infine la componente che lega il cielo all'orizzonte, che rende percorribile in un unico legame tutti i territori, siano essi isole desolate o metropoli galleggianti; la sostanza capace di disegnare con mano sapiente il movimento sinuoso delle coste.

Al fine di introdurre tali componenti, a livello geografico, il Mediterraneo non è che una fenditura della crosta terrestre, un territorio che si allunga dall'istmo del Canale di Suez fino a raggiunge Gibilterra. Sono numerosissimi i territori che lo compongono come altrettanti sono gli attributi morfologici che lo caratterizzano: le montagne conferiscono allo spazio sterminato una struttura solida e definita, disegnandone lo skyline; le colline, sede di numerose ricchezze floro-faunistiche, ne determinano il clima mite e accogliente; una linea di costa lunghissima, infine, ne disegna il limite tra terra e mare (figg. 1, 2).

È proprio questa linea ad essere spettatrice dell'infinita complessità e potenzialità del "confine" che, nella sua laboriosità, si configura come un intricatissimo disegno di vie marittime e terrestri, magistralmente organizzate e guidate dai fari del Mediterraneo, attraverso i quali connettere ogni tipologia di città, siano esse metropoli o agglomerati abitativi di modeste dimensioni, purché contraddistinte dalla linea costiera che ne definisce e ne sottolinea l'identità, lo spazio e l'appartenenza. Si determina dunque il cosiddetto "spazio-movimento"⁶: allo spazio terrestre e materiale si sovrappone il "movimento" dato dalle connessioni costiere, grazie al quale generare e moltiplicare ricchezze, valori e averi dei tre continenti che lo compongono, bilanciati da equilibri mutevoli⁷.

Alla terra si contrappone dunque il mare, rete intricata di connessioni costiere, generatore di miti e catalizzatore turistico, nonché portale di connessioni globali e di flussi materiali e immateriali. Questo spazio – nel passato limite invalicabile, ricco di insidie e teatro di numerose tragedie e sconfitte – trova l'origine delle sue reti nella comparsa delle prime imbarcazioni fenicie e nella necessità delle popolazioni di spingersi verso altri territori, alla ricerca di risorse per la sopravvivenza del popolo: il mare "domato", oltre a connettere i luoghi, riesce esso stesso ad essere una fondamentale risorsa per la comunità, generoso donatore di provviste e via preferenziale per lo scambio di merci.

Infine il cielo, spettacolare scenografia, contraddistinto da innumerevoli tinte e contrasti, da bagliori e ombre, si riflette nelle finestre dei palazzi, accende gli intonaci delle case e inonda il territorio di una strana e surreale magia. I naviganti devono alle sue costellazioni la salvezza nella notte, unica fonte d'indirizzo dei tempi antichi, oggi catalizzatore di sguardi e speranze, nonché elemento di connessione di un ambiente terracqueo in continuo cambiamento e mutazione.

Di seguito si voglio, dunque, esplicitare quelli che sono i rapporti che legano questi tre elementi, attraverso i quali comprendere i motivi e le connessioni generatrici di un'identità Mediterranea, luogo natale – e per tale ragione indissolubilmente legati ad esso – delle architetture anfibie oggetto della presente volume, connesse e accomunate tra loro da linguaggi e codici comuni.



Fig. 1 Piri Reis (1531). Mappa raffigurante parte dell'Oceano Atlantico, unitamente alle coste europee e a quelle africane orientali.



Fig. 2 Piri Reis (1531). Mappa dell'Europa e del Mediterraneo. Copia del XVI secolo del libro di navigazione Kitab-ı Bahriye.

2.1. Spazio terrestre e mediterraneità

Il territorio interno si definisce come un agglomerato di culture, di reti, di città e di paesaggi: slarghi, fenditure, fratture e rilievi frastagliati ne caratterizzano il territorio in cui la terra e il mare si fanno reciprocamente da scenografia, tra alture più o meno prominenti e più o meno caratterizzanti.

Nello spazio terrestre Mediterraneo, sono i vulcani – spesso addormentati, ma sempre pronti a un improvviso e forse drammatico risveglio – a fare da padrone ai paesaggi di questi territori, riconosciuti in passato dai naviganti come punti identitari, scintille guida nelle notti illuminate dall'oscurità. È il caso del vulcano di Stromboli, definito come il vulcano più attivo al mondo, situato al largo dell'omonima isola e per questo definito nell'antichità come il più antico "faro". Come per il vulcano di Stromboli, anche il Vesuvio, nel golfo di Napoli, e l'Etna, sempre ribollente nella provincia di Catania, divengono strutture svettanti lungo l'orizzonte e per questo, per lungo tempo, punti identitari e guida per i naviganti. Unitamente ai vulcani, anche le montagne contribuiscono alla costruzione dello skyline delle città e del paesaggio, capaci di definire ulteriori punti di riferimento, ubicazioni perfette all'accensione di scintille luminose: è il caso delle Alpi, degli Appennini, del Tauro, delle catene della Spagna, dei Pirenei, dei Balcani e del Libano. Questi, come uno scheletro di pietra, bucano la pelle del territorio, disegnanone i confini e la struttura, nonché i punti cospicui

attraverso il quale connettere e ricucire il confine terracqueo⁸. L'insieme degli elementi svettanti compongono dunque il sistema di connessione di questo territorio unitario, paesaggio sinuoso intervallato da muraglie di pietra, pianure e accoglienti litorali.

È proprio alla migrazione verso i litorali, unitamente alle ormai sempre più incalzanti tecnologie nell'ambito dell'emissione luminosa, che si deve la creazione di una fitta rete di rapporti e relazioni lungo tutto il bacino del Mediterraneo, capace di unificare lo spazio terrestre allo spazio terracqueo, mutandone i rapporti e le relazioni: ciò che prima si definisce come l'unica dualità possibile, composta dall'alternanza tra la collina e la montagna, è oggi la dicotomia tra lo spazio terracqueo e il mare⁹.

Se la connessione tra mare e terra appare fin da subito fondamentale nell'esplicitazione dell'essenza Mediterranea, è propedeuticamente da sottolineare come, a livello culturale e strutturale, siano innanzitutto le popolazioni che vi risiedono a configurarsi come la reale essenza di questo spazio, legate da identità e culture comuni. Esiste, infatti, uno stile di vita mediterraneo, una mediterraneità che accoglie nella sua etimologia terminologica un disegno di religioni e destini di civiltà, diete e cibi, culture e arti, mitologie e caratteri fisico-somatici¹⁰. In questo senso, l'unità mediterranea, intesa come rapporto fra popolazioni, inizia la sua costruzione nel 1995, quando nel corso della riunione tenutasi a Barcellona¹¹, poi divenuta Dichiarazione, ventisette paesi europei e mediterranei accettano l'impegno ad avviare una partnership per il riavvicinamento e la comprensione tra i popoli, con lo specifico intento di migliorarne la reciproca percezione¹². Tale unità diventa successivamente su scala territoriale, per merito dei geografi Fischer e Philippon, creatori di un ampio progetto culturale mirato all'unione su base geografica e indirizzata alla definizione di limiti e confini ben definiti¹³. La ricucitura data dalle architetture costiere – di seguito riportata come la rete materiale e immateriale dei fari del Mediterraneo – è dunque conseguenza di una propedeutica connessione dapprima culturale e solo successivamente strutturale e territoriale.

Nell'ambito della rete dei fari del Mediterraneo, se da un lato i sistemi di connessione costiera e terrestre di tipo infrastrutturale risultano essere pressoché strutturati, dall'altro, la costruzione di reti "infrastrutturali immateriali", oggi parzialmente carenti, si definiscono capaci di produrre una coesione territoriale, favorendo l'attrattività, l'identità e la valorizzazione dei luoghi. È, infatti, ormai noto come le potenzialità dei sistemi a rete di tipo immateriale si definiscano come il presupposto attraverso il quale intrecciare, inglobare e legare alla consistenza del bene materiale il valore della rete, costruendo un valore aggiunto¹⁴.

Dunque, la costruzione immaginifica di reti materiali e immateriali, composte da connessioni oggettive e immaginate, rende possibile la creazione di un sistema attraverso il quale donare riconoscibilità al territorio e alle

relative architetture identitarie. In questo ambito, i fari si configurano come delle consistenze estremamente distinguibili a livello funzionale ed estetico, nonché accomunate da un linguaggio architettonico-paesaggistico comune, caratteristiche utili alla connessione teorica e funzionale, in cui la terra e il mare fondono in un organismo complesso e sinergico.

2.2. La linea del mare e lo sviluppo costiero

La linea del mare rappresenta il confine dello ambiente “domestico”, il luogo in cui le regole cambiano e le visioni mutano. Lo spazio marino, in contrapposizione allo spazio terrestre, si traduce in un’unità architettonica materiale e immateriale, della quale è facile percepirne i miti e le storie¹⁵. Sin dal passato il mare, nonostante il suo spazio sconfinato e non del tutto conosciuto, viene considerato come un grande disegno unitario, concezione presto distrutta a causa dei numerosi conflitti susseguitesesi nel corso del tempo tra i popoli.

La certa aspirazione verso uno spazio unitario può essere fatta risalire al disegno dei portolani – il più antico nell’ambito del Mar Mediterraneo è quello di Scilace di Carianda, risalente al IV-V secolo a.C. – contraddistinti da una lunga tradizione ereditata sin dal Medioevo. In questo periodo, in Europa occidentale, sussistono tre differenti tradizioni cartografiche, capaci di definire lo spazio: il *Mappae mundi*, i portolani e i planisferi tolemaici. È con l’Età delle scoperte o delle esplorazioni geografiche che i marinai europei esplorano le regioni di tutto il mondo, dotati di cartografie utilizzate come strumenti di navigazione. La mappa, oltre a fungere da strumento nautico (fig. 3), viene inoltre riconosciuto come elemento decorativo da donare ad individui di *status* sociale elevato, quale l’Atlante catalano del 1375, donato al Re di Francia, da parte del Re d’Aragona (fig. 4).

L’allontanamento delle due sponde e dell’unitarietà ha inizio dopo la Prima guerra mondiale, a causa dell’egemonia economica dei Paesi arabi, soprattutto su Francia e Gran Bretagna. Durante la Seconda guerra mondiale, i rapporti s’inaspriscono ulteriormente, frammentando sempre di più il *Mare Nostrum* e portando alla creazione di confini non più fisici quanto mentali, tramutando lo spazio mediterraneo da crocevia di grandi scambi culturali a luogo teatro di aspri conflitti, di carattere soprattutto religioso¹⁶.

Il Mediterraneo, successione di diversi mari, si divide così in superfici autonome costituite da orizzonti finiti: un contesto particolarmente adatto per le popolazioni del passato, ma non per l’uomo contemporaneo. Se da un lato il mare viene visto come una barriera senza orizzonte, un’immensa e ossessiva distesa di acqua in cui l’imposizione di limiti e confini si tramuta in pacata sicurezza, è l’uomo contemporaneo a necessitare di larghe vedute e reti di connessione. La sempre più forte necessità di scambio delle merci¹⁷ accorcia

sempre di più le distanze geografiche, sommando a queste la possibilità di avere un abbondante approvvigionamento dal punto di vista materiale e alimentare. A un passato fatto di disagi e timori si contrappone dunque la volontà di costruire un ambiente unitario (fig. 5).



Fig. 3 Benincasa, G. (1482). Carta nautica del Mediterraneo.



Fig. 4 Cresques, A. (1375). Atlante catalano. In figura quattro degli otto fogli componenti la mappa.

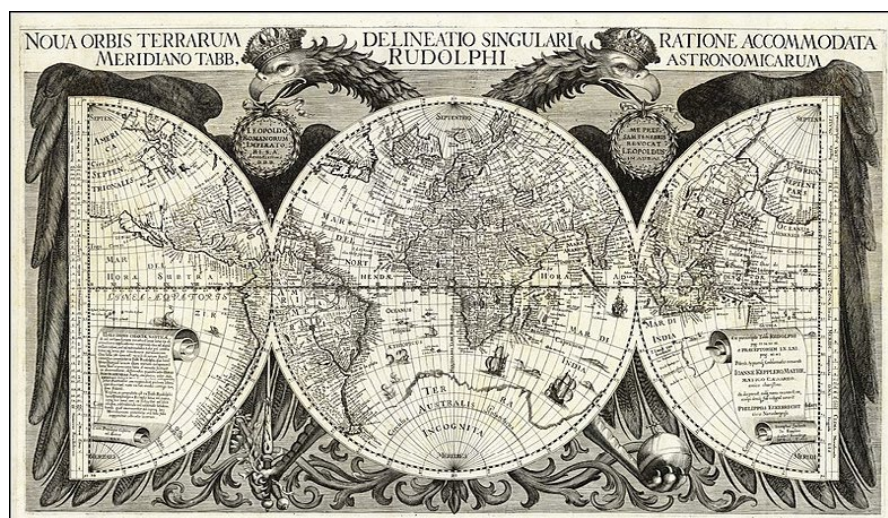


Fig. 5 Keplero, K. (1627). Mappa del mondo dalle Tavole rudolfine incorporante molte delle nuove scoperte.

Le vie del Mediterraneo del passato si compongono infatti di due spazi, uno la cassa di risonanza dell'altro, che ne definiscono l'identità: il primo è il mare interno – quello più vicino alla città, teatro dei piccoli scambi, del rapporto fra il vicinato, della conoscenza domestica – inglobato dallo spazio Mediterraneo inteso come area vasta, che lo avvolge e ne determina i rapporti geografici. Oggi, le prospettive indirizzate alla valorizzazione dell'area Mediterranea prevedono sempre di più un ritorno al grande disegno d'insieme, da affiancare alle conoscenze contemporanee, verso un *empowerment* unitario attuabile esclusivamente tramite la riconnessione sociale, culturale, architettonica e geografica dei luoghi.

Il vero disegno e limite geometrico e materiale nell'ambito della valorizzazione dell'ambiente costiero è dunque il *finis terrae* definito dai paesaggi costieri, spazi unici non solo per il rapporto geometrico-spaziale che intrattengono tra la città costruita e il mare, ma fondamentali per la nascita e lo sviluppo del patrimonio culturale immateriale¹⁸. In questo senso, infatti, ogni *waterfront* deve essere considerato come un nodo multipolare in cui le vite individuali e le città s'intersecano con gli spazi sociali comunitari e con le rive prossime, al fine di riconnettere il territorio mediante legami e reti tangibili e intangibili: questo perchè i *waterfront* sono i luoghi per eccellenza in cui si manifestano le culture, le economie e i caratteri propri degli insediamenti costieri¹⁹.

Nelle città costiere il *waterfront* si definisce come un elemento strutturante e come luogo identitario, fattore catalizzante per la riconnessione delle culture e dei beni culturali^{20, 21}, verso la costante ambizione di nuove folgorazioni, attraverso le quali trasformare i luoghi costieri in paesaggio^{22, 23}. Ci si sposta dunque da una visualizzazione in pianta a una vista tridimensionale (fig. 6).



Fig. 6 Braun, G., Hogenberg, H. (1572). Dall'alto verso il basso, viste di: Barcellona, Algeria e Genova in *Civitates orbis terrarum*.

Assodato come l'interfaccia mare-terra non sia solamente una condizione geografica ma bensì un portale di connessione di flussi materiali e immateriali, le nuove città-porto si configurano come trasformatori economici delle reti globali, con un'interazione più ampia e una visione più chiara, in grado di generare delle nuove forme urbane e un nuovo paesaggio, capace di alimentare le reti della cultura e della conoscenza. L'interazione tra il paesaggio e l'architettura genera le città costiere, definite da Bauman come "città liquide", accezione utile alla creazione di un nuovo atteggiamento strategico incentrato sulla valorizzazione della cultura a potenziamento dell'economia²⁴: questo perché negli anni in cui Bauman ci proponeva il suo concetto di "liquido", anche Sloterdijk²⁵ prospettava un "nuovo mondo acquatico" come elemento propulsore della modernità. I waterfront si propongono dunque come territori capaci d'intercettare le caratteristiche materiali e immateriali di un luogo e di farle viaggiare lungo le reti dello sviluppo economico e di coesione²⁶, un ambito in cui le strutture architettoniche costiere si configurano come il perfetto punto d'intersezione tra cultura ed economia, tra storia e funzione, tra tangibile e intangibile.

In questo senso, a livello strategico-procedurale e materiale, sono numerosi i progetti europei incentrati sulla valorizzazione dei contesti portuali e costieri presenti nel Mediterraneo. È il caso della Mediterranean Strategy for Sustainable Development²⁷ e della National Strategies for Sustainable Development²⁸, percettrici degli obiettivi assegnati dalla Commission for Sustainable Development delle Nazioni Unite, i cui obiettivi sono quelli di promuovere l'utilizzo e la riqualificazione delle coste e dei waterfront sulla base della sostenibilità. È in queste strategie di sviluppo e di ricucitura del territorio costiero che s'inseriscono i fari di tutto il bacino del Mediterraneo, un patrimonio esteso che segna le coste e ne caratterizza l'identità, per i quali il presente volume propone la riconnessione verso l'incremento della cultura, dell'identità e della conoscenza del patrimonio costiero.

2.3. La rete dei fari del Mediterraneo

Tra le risorse architettonico-paesaggistiche che hanno nel corso del tempo unificato le tre dimensioni del territorio Mediterraneo – terra, acqua, cielo – attribuendo un valore significativo ai luoghi mediterranei, vanno sicuramente annoverati quegli edifici connessi alla costa, nati dalla necessità delle popolazioni di usufruire di elementi che potessero fungere da avvistamento o, al contrario, da segnalazione: si tratta dei fari, delle torri e dei fortini difensivi²⁹.

La presenza del faro – oltre a costituire un elemento funzionale fondamentale per una sicura navigazione da parte dei naviganti – è oggi un elemento identitario dei luoghi, la cui origine è antica quanto la storia della navigazione: si tratta dei primi bagliori presenti sulle colline, resi scintillanti

mediante l'accensione di fuochi su bracieri³⁰. Grazie alla loro localizzazione e alla loro altezza – sveltanti dalle spiagge più prossime al mare, dalle montagne o dalle scogliere che lo sovrastano – rappresentano spesso il *landmark* territoriale che mette fine alla terra, il *finis terrae* dal quale ha inizio il mare: una sorta di segnaposto rappresentato da torri intonacate di bianco, rosso, a strisce bianche e nere, etc.

È forte, nella cultura mediterranea, identità storica e culturale radicata nell'architettura del faro: è per tale ragione che la valorizzazione dei fari, come per tutto il patrimonio culturale, è oggi una risorsa privilegiata per lo sviluppo sostenibile e l'innovazione del sistema nazionale e internazionale³¹.

In questo senso, in linea con le indicazioni promosse dalla comunità europea, i modelli di sviluppo orientati alla cultura mirano a generare, attivare e aumentare il valore del bene culturale nella sua funzione patrimoniale, storica, civile, simbolica e di sviluppo sociale, attraverso un sistema a rete finalizzato a promuovere sistemi di connessione in grado di collegare le comunità attraverso cultura e conoscenza, ridisegnando contemporaneamente le relazioni tra locale e globale, tradizione e innovazione, pubblico e privato³².

È in questo contesto che il faro, al fine di promuovere iniziative *cultural-based*, viene connesso ai sentieri turistici, culturali ma anche religiosi, attraverso i quali riconoscere e ristabilire un nuovo valore-identità: ne sono un esempio i percorsi disegnati in Galizia³³, in Bretagna³⁴, il Cammino di Santiago etc.

Nell'ambito dei percorsi turistici per la valorizzazione dell'architettura e del territorio, l'Italia si trova un gradino sotto rispetto alle numerose possibili iniziative da intraprendere, al fine di potenziare l'attrattività del territorio, in virtù del grande patrimonio costiero a disposizione. Ciononostante, si ricordano alcune iniziative, seppur timide, atte a promuovere la visita di questi monumenti/architetture: è un caso emblematico quello del South Cultural Route³⁵, in Puglia, in cui al percorso del faro si connettono altri 8 percorsi di tipo storico e culturale.

Parallelamente, in termini strategici e d'indirizzo, sono due i progetti che mirano alla valorizzazione e alla messa in rete dei fari del Mediterraneo. In ambito europeo, ricordiamo il progetto MED-PHARES³⁶, in partenariato con l'ENPI CBC MED Bacino del Mediterraneo 2007-2013, indirizzato al recupero e alla valorizzazione dei fari e delle stazioni semaforiche attraverso la catalogazione e lo studio dei siti costieri del Mediterraneo, con la conseguente individuazione di siti pilota situati in Francia, Tunisia, Libano e Italia³⁷.

In ambito prettamente italiano, è invece l'Agenzia del Demanio a proporre sul mercato una rete incentrata sui fari, sulle torri e sugli edifici costieri, beni descritti come edifici situati in contesti di assoluta bellezza e carichi di suggestione. Il progetto Valore-Paese FARI, infatti, al fine di dare nuova vita alle strutture costiere, pone a bando venticinque strutture costiere utili ad accogliere attività turistiche, ricettive e/o iniziative di tipo sociale, sportivo e culturale su progetti imprenditoriali sostenibili e innovativi.

Sono dunque numerose le esperienze di valorizzazione e connessione messe in campo da molteplici paesi³⁸, per le quali la creazione di metodologie, processi e progetti si configurano come asset fondamentali nella riscoperta dei totem costieri. In questo senso, il gruppo di monitoraggio per il patrimonio culturale dei Paesi baltici, con il rapporto *Baltic Lights* indirizzato alla valorizzazione e alla promozione dei fari a fini turistici, sostiene: «in geografia, significa la rinaturalizzazione di uno spazio derelitto e frantumato: nel caso dei fari, si tratta spesso di adibirli a musei, ristoranti e caffè, centri per conferenze o appostamenti per l'osservazione naturalistica, attività che contribuiscono anche alla copertura delle spese di gestione»³⁹. Il documento prospetta, per punti, il futuro di queste architetture individuando in esse «la garanzia di un paesaggio sicuro; gli avanzati sistemi tecnologici; i landmarks del paesaggio costiero; monumenti storici; edifici distintivi; fonte della storia culturale; turismo; centro di studio e ricerca; vacanze»⁴⁰.

Del resto, come sostenuto dalla dott.ssa Sanna, il tema del faro, adesso parzialmente eviscerato dal suo ruolo e preposto unicamente come aiuto alla navigazione, necessita oggi di una rivalutazione, capace di scongiurare l'alienazione attraverso la rifunzionalizzazione di queste architetture⁴¹.

In questo senso, la costruzione di reti materiali e immateriali di conoscenza si configura come una strategia funzionale alla valorizzazione e alla riscoperta di queste architetture, per le quali il sempre più crescente interesse culturale e architettonico, unitamente alla loro peculiare composizione geometrica “ricorrente”, diviene la base attraverso la quale porre in essere processi fondati sulla semantica e indirizzati alla modellazione, alla conoscenza e alla disseminazione del patrimonio culturale. È inoltre il contesto “domestico” e “chiuso” dello spazio Mediterraneo a rendere possibile l'intercettazione di una specifica area territoriale per sua natura connessa e circoscritta, limite naturale di un campo di azione fertile nell'ambito della riconnessione tra architettura costiera, territori e paesaggi.

È in questo spazio che sorgono i fari del Mediterraneo (fig. 7), un contesto dall'altissimo potenziale di ricerca in quanto contenente tutti i presupposti per una “sperimentazione semantica” indirizzata alla valorizzazione: un campo ben delimitato, contraddistinto da caratteristiche ricorrenti, da relazioni culturali e da architetture dall'alto valore paesaggistico e architettonico.

Seppur l'introduzione dei sistemi moderni di navigazione abbiano relativizzato l'utilità architettonica del faro – causando il repentino abbandono dell'edificio, destinato ad uso abitativo da parte del guardiano⁴² – la sua imponenza e importanza architettonica e luminosa sussiste ancora. È, infatti, da ricordare come il culto della luce abbia da sempre segnato il trascorrere dell'uomo e delle civiltà affacciate sul Mediterraneo, per le quali la luce viene intesa come vita, come mezzo di conoscenza e come strumento di un duplice orientamento: il reale e l'immaginato, legando bidirezionalmente il mito e la funzione. Il fascio luminoso emesso dai fari diviene dunque lo strumento di propagazione cardine di reti, di flussi, di connessioni e di similitudini. Per tale ragione, il tema del faro è, in tutto il territorio mediterraneo e oltre, oggetto di grande interesse per studi, analisi e nuovi utilizzi.

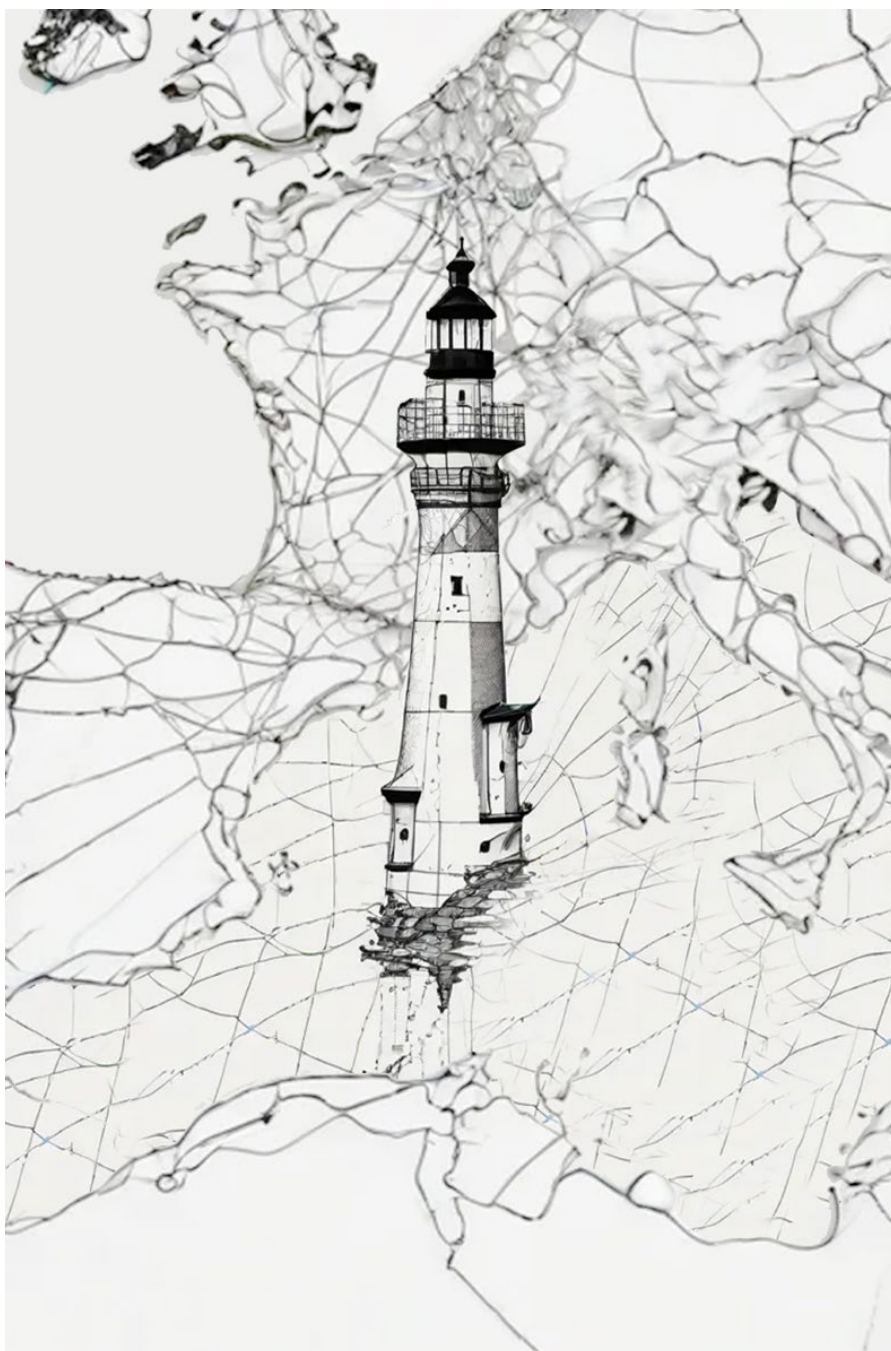


Fig. 7 La rete dei fari del Mediterraneo.

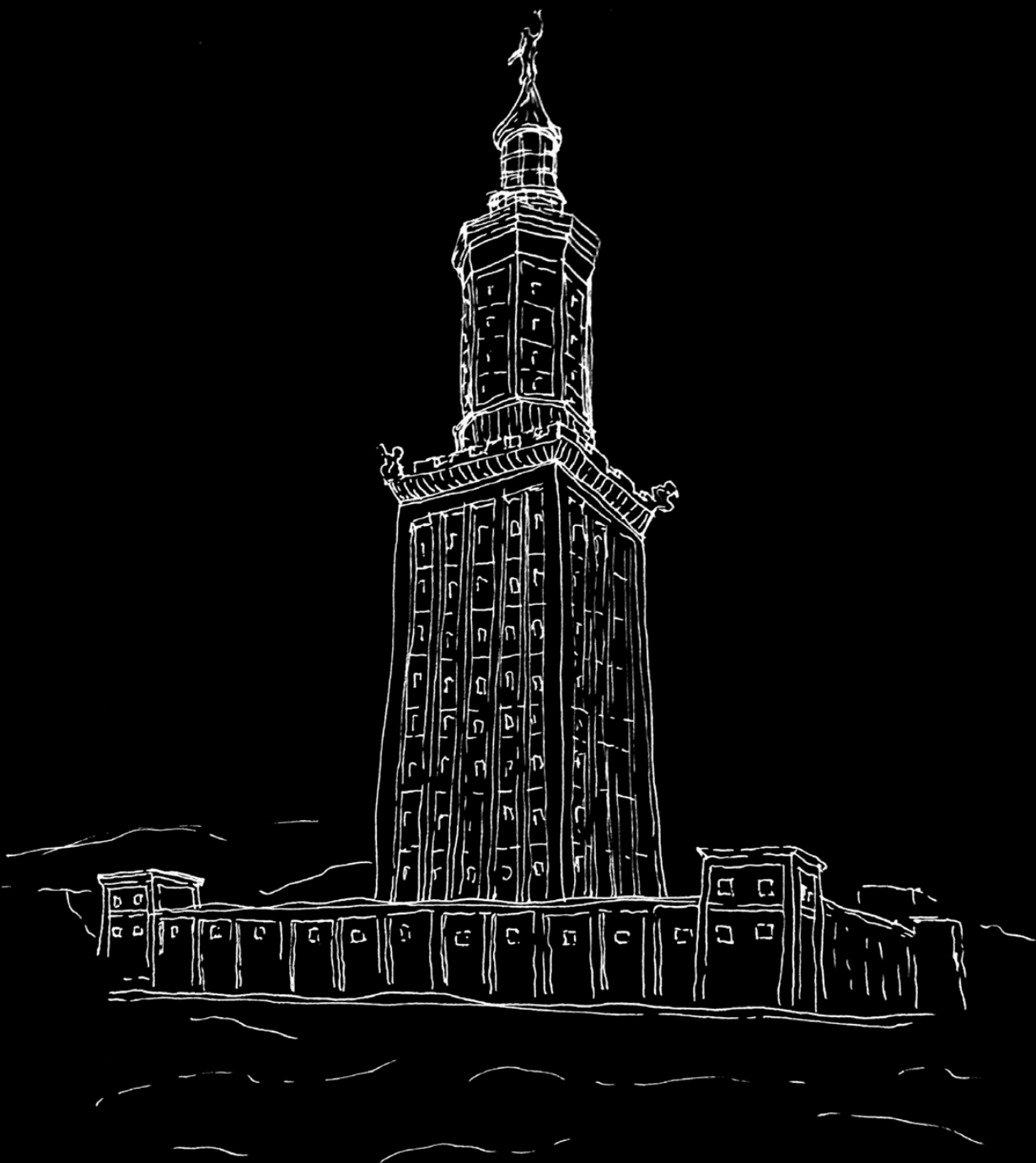
Note

1. BRAUDEL FERNAND, *Il Mediterraneo: lo spazio, la storia, gli uomini, le tradizioni*, Bompiani, Milano, 2017.
2. «Cosa intendiamo esattamente, quando parliamo di Mediterraneo? Certo non la stessa cosa, a seconda che si guardi da Beirut, da Marsiglia, da Tunisi, da Atene, dal Cairo, da Barcellona, da Istanbul [...]. Ogni lingua ha una parola per designare questo continente liquido; ma dietro le parole vi sono visioni differenti. Luogo per luogo, le rappresentazioni del Mediterraneo sono costruite su una diversa stratificazione storica e culturale, e anche largamente influenzate dal contesto politico e dalle relazioni, ora conflittuali ora pacifiche, che si stabiliscono tra le due rive». FABRE THIERRY, *La Méditerranée française*, in ANDRÉ REBOULLET (ed.), *Documents pour l'histoire du français langue étrangère ou seconde*, pp. 176, 177, Maisonneuve et Larose, Paris, 2000.
3. CERRETA MARIA, DE TORO PASQUALE, FERRETTI FRANCESCA, *Valutazioni e processi decisionali per una portualità turistica sostenibile nel Mediterraneo*, in "TRIA (Territorio della Ricerca su Insediamenti e Ambiente), Rivista internazionale semestrale di cultura urbanistica", vol. 6, n. 2, 2013, pp. 239-252.
4. L'idea moderna di Mediterraneo può essere fatta risalire a Wickellmann per la quale definisce una matrice greca, accostandola a una più enigmatica cultura egiziana. WINCKELMANN JOHANN JOACHIM, *Opere di G.G. Winckelmann*, Giacchetti, La Spezia, 1832.
5. TURRI EUGENIO, *Semiologia del paesaggio italiano*, Marsilio, Venezia, 2014.
6. «All'apporto dello spazio circostante, terrestre o marino, che è la base della sua vita quotidiana, si assommano i doni del movimento. Più questo accelera, più tali doni si moltiplicano, manifestandosi in conseguenze visibili». BRAUDEL FERNAND, *Il Mediterraneo: lo spazio, la storia, gli uomini, le tradizioni*, p. 55, Bompiani, Milano, 2017.
7. «Per i tre continenti che vi si affacciano, il Mar Mediterraneo è fattore di unificazione e il centro della storia mondiale. Qui c'è la Grecia, il punto luminoso nella storia. In Siria, Gerusalemme è poi il centro del giudaismo e del cristianesimo, a sud ovest sorgono La Mecca e Medina, sede originaria della fede musulmana. Verso occidente si trovano Delfi, Atene, ancora più a Ovest Roma; inoltre giacciono sul Mediterraneo Alessandria e Cartagine. Il Mar Mediterraneo è, perciò, il cuore del Vecchio Mondo, è la sua condizione necessaria e la sua vita. Senza di esso sarebbe impossibile rappresentarsi la storia, sarebbe come immaginare l'Antica Roma o Atene senza il foro, dove tutti si radunavano». HEGEL GEORG WILHELM FRIEDRICH, *Lezioni sulla filosofia della storia, vol. I*, La Nuova Italia, Firenze, 1998.
8. «Già sulla costa settentrionale si registrano talune interruzioni, come il litorale della Languedoc, fino al delta del Rodano, o la bassa costiera veneta, sull'Adriatico. La principale eccezione alla regola è però costituita, a sud, dal lungo litorale insolitamente piatto, quasi cieco, che si dipana per migliaia di chilometri dal Sahel tunisino fino al delta del Nilo e alle montagne del Libano». BRAUDEL FERNAND, *Il Mediterraneo: lo spazio, la storia, gli uomini, le tradizioni*, p. 13, Bompiani, Milano, 2017.

9. All'espansione delle città costiere – complice l'industrializzazione, l'apertura del canale di Suez e l'espansione coloniale, generatore di grandi metropoli internazionali – si contrappone l'attuale spazio Mediterraneo interno, nutrito per larga porzione da una selvaggia vegetazione. TROIN FRANÇOIS, *Le metropoli del Mediterraneo. Città cerniera, città frontiera*, Aca Book, Milano, 1997.
10. Progetto Le città del Mediterraneo, disponibile in: https://www.ansa.it/documenti/1267724972796_progettocittadelmediterraneo.pdf.
11. L'Unione Europea, con tale dichiarazione, indirizza le relazioni dei paesi mediterranei verso un rapporto di solidarietà e di rispetto per le specificità di ogni partecipante. Inoltre, mira a favorire la nascita di uno spazio comune di pace e di stabilità. Dichiarazione di Barcellona e partenariato euromediterraneo, disponibile in: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=LEGISSUM%3Ar15001>.
12. Italy and the Euro-Mediterranean dialogue, disponibile in: https://web.archive.org/web/20070221102458/http://www.esteri.it/doc_dossier/dossier_euromed/mediterraneo_en.pdf.
13. PRONTERA FRANCESCO, *Sul Mediterraneo come categoria storico-geografica*, in "Geographia antiqua", 2014, p. 21.
14. GAMBARDILLA CARMINE, *Identità e contaminazione*, in GIOVANNINI MASSIMO (a cura di), *Spazi e culture del Mediterraneo*, edizioni kappa, Bologna, 2005.
15. GIOVANNINI MASSIMO (a cura di). *Spazi e culture del Mediterraneo*, edizioni kappa, Bologna, 2005.
16. PETRACCA SARA, *Il Mediterraneo: il centro della storia Mondiale*, in "L'idomeneo", v. 21, 2017, p. 223.
17. A favorire gli scambi del passato sono gli sviluppi tecnologici delle imbarcazioni. In prima battuta, ad aprire nuove rotte, furono i velieri delle Cicladi muniti di vele e remi; nel Cinquecento l'evoluzione delle navi rende possibili gli spostamenti dalle Baleari alla Sardegna e alla Sicilia. Con sempre più frequenza, poi, si sono intraprese rotte anche in mare aperto, ampliando il bacino di scambi e di scoperte, rendendo il territorio del Mediterraneo come uno spazio unico e unitario. BRAUDEL FERNAND, *Il Mediterraneo: lo spazio, la storia, gli uomini, le tradizioni*, Bompiani, Milano, 2017.
18. BOZZATO SIMONE, BANDIERA GIACOMO, *Paesaggi costieri della città del Mediterraneo, narrazioni di pietra e d'acqua*, Università La Sapienza, Roma, 2019.
19. VALLEGA ADALBERTO, *The coastal cultural heritage facing coastal management*, in "Journal of Cultural Heritage", vol. 4, 2004, pp. 5-24.
20. GOVERNA JOHANN WOLFGANG, *Il milieu urbano. L'identità territoriale nei processi di sviluppo*, Codice edizioni, Torino, 1999.
21. OSTRON ELINOR, *Governing the Commons. The Evolution of Institutions for Collective Action*, Cambridge University Press, Cambridge, 2006.
22. SETTIS SALVATORE, *Paesaggio, costituzione, cemento. La battaglia per l'ambiente contro il degrado civile*, Passaggi Einaudi, Torino, 2010.
23. QUAINI MASSIMO, *L'ombra del paesaggio. L'orizzonte di un'utopia conviviale*, in "Bollettino della Società Geografica Italia", vol. CXLV, 2008, pp. 805-806.

24. CARTA MAURIZIO, *Dal waterfront alla città liquida. Patologie relazionali e nuovi orizzonti del progetto*, in DE LUCA GIUSEPPE, LINGUA VALERIA (a cura di), *Arcipelago Mediterraneo. Strategie di riqualificazione e sviluppo nelle città-porto delle isole*, Alinea editrice, Firenze, 2012.
25. Sloterdijk analizza i concetti di mondo e terra dall'antichità fino all'età moderna. In essa riconosce che la globalizzazione rappresenta la vittoria dell'ideale, in mondo in cui sono i geografi e i marinai coloro ai quali tocca il decisivo compito di fornire un'immagine del mondo. SLOTERDIJK PETER, *L'ultima sfera. Breve storia filosofica della globalizzazione*, Carocci editore, Roma, 2002.
26. Com'è noto dal rapporto City 600 del McKinsey Global Institute inerente alle città che contribuiscono al PIL totale globale, le megalopoli sono destinate a produrre solo il 10% della crescita globale, contro il 50% della propulsione prodotta dalle città medie in tema di cultura e creatività per l'attrazione della popolazione. In tal senso, secondo il Better Life Index, nei prossimi 10 anni è la cultura il fattore determinante nella crescita dell'economia, surclassando i settori dell'automobile, delle navi e dell'acciaio: non più città debit-driven ma sempre più smart oriented. CARTA MAURIZIO, *Dal waterfront alla città liquida. Patologie relazionali e nuovi orizzonti del progetto*, in DE LUCA GIUSEPPE, LINGUA VALERIA (a cura di), *Arcipelago Mediterraneo. Strategie di riqualificazione e sviluppo nelle città-porto delle isole*, Alinea editrice, Firenze, 2012.
27. In breve MSSD, nata nel 2005 con l'intento di fornire una linea di partenza per lo sviluppo sostenibile dei paesi costieri, individua quattro obiettivi prioritari, nove sfide e 34 sotto-obiettivi. Gli obiettivi si affiancano ai principali asset dell'Agenza 2030 tra i quali si può distinguere l'obiettivo afferente al 14esimo punto dell'Agenda: «Garantire lo sviluppo sostenibile nelle zone marine e costiere». Mediterranean Strategy for Sustainable Development, disponibile in: <https://www.unep.org/unepmap/what-we-do/mediterranean-strategy-sustainable-development-mssd#:~:text=The%20Mediterranean%20Strategy%20for%20Sustainable,national%20and%20local%20levels%20in.>
28. In breve NSSD, adottata da venti paesi del Mediterraneo.
29. MAGNANI ELISA, PISTOCCHI FILIPPO, *Fari, edifici costieri e identità transnazionale lungo i cammini europei*, in SALVATORI FRANCO (a cura di), *L'apporto della geografia tra rivoluzioni e riforme*, A.Ge.I editore, Roma, 2019.
30. SIMONETTI ENRICA, *LUCI SULL'ADRIATICO. FARI TRA LE DUE SPONDE*, ROMA, 2009.
31. POLLICE FABIO, RINALDI CATERINA, *La valorizzazione del patrimonio culturale in Italia*, Centro universitario europeo per i beni culturali, 2012.
32. LUPO ELEONORA, *Design e beni culturali: creare sistemi di valore per connettere cultura, luoghi, conoscenza, comunità, impresa*, in "Revista internacional de investigaciòn y desarrollo en Diseño", vol. 8, año V, 2013, pp. 30-39.
33. Il Cammino dei fari, o Camiño dos Faros, è un percorso che collega duecento chilometri della Costa da Morte da Malpica a Finisterre: un sentiero in cui primeggia il mare e che ha come protagonisti i fari di questa costa, suddivisi in nove tappe. Il percorso ha inizio da Muxia e arriva a Finisterre, le due mete conclusive dopo

- l'arrivo a Santiago de Compostela. In questo percorso il faro si unisce allo splendore delle spiagge, dei fiumi, delle rocce e delle foreste, in un tripudio di odori e colori. Le tappe sono: Malpica-Niñóns; Niñóns-Ponteceso; Ponteceso-Laxe; Laxe-Arou; Arou-Camariñas; Camariñas-Playa do Lago; Playa do Lago-Muxía; Muxía-Nemiña; Nemiña-Finisterre. Il Cammino dei Fari, O Camiño dos Faros, disponibile in: <https://www.camminatorianonimi.com/2018/07/04/il-cammino-dei-fari-o-camino-dos-faros/#:~:text=Il%20Cammino%20dei%20Fari%20%C3%A8,%C3%A8%20suddiviso%20in%20nove%20tappe.>
34. La Strada dei Fari o Route des Phares, è un itinerario lungo 90 km che percorre la costa nord-ovest della Bretagna. Il tour ha inizio dalle spiagge di Brignogan per giungere infine a Brest. Lungo il percorso si tocca la piccola isola di Ouessant, rinomata per uno dei più leggendari fari del territorio bretone. Su questa stessa isola è presente il faro dello Stiff, il più antico faro bretone ancora in funzione. Strada dei Fari: itinerario on the road illuminato dai giganti della costa bretone, disponibile in: <https://www.ehabitat.it/2020/03/05/strada-dei-fari/>.
 35. La South Cultural Routes s'inserisce nei due piani strategici del Turismo *Puglia365* e della Cultura *PiiiLCulturainPuglia*, che puntano alla destagionalizzazione dei flussi turistici, promuovendo i prodotti culturali ed esperienziali legati alla mobilità lenta, che riescano a coinvolgere sia le coste che le aree interne.
 36. È un'iniziativa di cooperazione transfrontaliera multilaterale finanziata dallo Strumento Europeo di Vicinato e Partenariato che permette di promuovere e generare processi storici e culturali per lo sviluppo delle aree mediterranee. MED-PHARES, Strategie di gestione integrate per la valorizzazione del patrimonio dei fari e delle stazioni semaforiche del Mediterraneo, disponibile in: <https://www.mediterranea-online.eu/med-phares-nuova-vita-ai-fari-del-mediterraneo/>.
 37. In Italia ricordiamo come siti pilota: il faro e la stazione semaforica di Sant'Elia, il faro e la stazione semaforica di punta Scorno e la stazione semaforica di Capo Sperone a Sant'Antioco. La conferenza finale si è tenuta a Cagliari il 10 novembre 2016.
 38. Quali Australia, Canada, Portogallo, Croazia, Francia, Stati Uniti, Paesi Baltici e Grecia.
 39. Cultural Heritage Co-operation in the Baltic Sea States, p. 9, disponibile in: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1294847/FULLTEXT01.pdf>.
 40. Cultural Heritage Co-operation in the Baltic Sea States, p. 25, disponibile in: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1294847/FULLTEXT01.pdf>.
 41. Il MiBACT, mediante gli artt. 54 e segg. del Codice di carattere generale di inalienabilità dei beni del demanio culturale, autorizza infatti la vendita, la concessione e il cambio di destinazione d'uso.
 42. SANNA ANTONELLA, *Conservazione e tutela delle architetture marittime e costiere: profili normativi e competenze del MiBACT*, in "Atti del convegno finale MED-PHARES: valorizzazione del patrimonio architettonico marittimo del Mediterraneo", 2016, pp. 14-17.



3. Breve storia dei fari

Per parlare dei fari nella loro composizione e collocazione odierna è necessario partire dalla genesi della loro creazione e dai motivi che hanno spinto i popoli a creare delle fiammelle che potessero indicare la strada; sistemi di segnalazione utili, da un lato, ai marinai di ieri per l'avvistamento costiero e, dall'altro, a segnalare il mare ai "terricoli" contemporanei, come sostenuto da Vincent Guigueno, storico bretone, curatore della mostra Phares al Musée National de Marine di Parigi¹.

Il mare, prima di configurarsi come legame e connessione tra i differenti territori, è stato da sempre considerato come un ostacolo, fonte di timori e paure causate dalla sua ignota e sconfinata dimensione. È con il progredire delle tecniche di navigazione – a partire dalla seconda metà del terzo millennio, con le traversate degli Egizi a Biblio e nel secondo millennio con i velieri delle Cicladi – che il mare inizia a essere un luogo di movimento, seppur ancora prudente e cauto². Le rotte del passato tendevano infatti a dirigersi verso punti poco distanti tra loro: il percorso seguiva la linea di costa e ci si avventurava in mare unicamente di giorno. Nel Cinquecento le rotte commerciali si moltiplicano, rendendo più consuete le spedizioni verso il mare aperto, sia di giorno che di notte. È nella condizione notturna che il sistema di navigazione tradizionale necessita dell'affiancamento di segnali e di luci che possano indicare la strada ed eventuali ostacoli da aggirare.

In principio, a guidare i naviganti nelle notti rischiarate unicamente dalla luna erano le stelle: è la stella Arcturus, vicino all'Orsa Maggiore, ad essere la più luminosa della costellazione del Boote. Essa, nel libro V dell'Odissea viene descritta come la Diva³, ovvero Calipso, che fornisce le istruzioni ad Ulisse quando acconsente al suo allontanamento da Oigia. Per secoli i naviganti del passato solcarono il mare guidati dalla luce scintillante delle stelle, capitanate

dall'Orsa Maggiore⁴, per poi cedere il passo – anteriormente all'accensione dei fuochi sulle colline – ai vulcani, sia nel Pacifico che in Sicilia. Qui, tra i diversi vulcani presenti nell'area Mediterranea, giace infatti uno dei “fari naturali” più antichi di tutti i tempi, il vulcano di Stromboli, continuamente attivo e luminoso in virtù delle eruzioni abbastanza regolari. Più avanti nel tempo, i vulcani lasciano il passo alle prime luci accese tra le alture, falò fiammeggianti che si ergono dalle colline o dalle rocce, collocati più tardi sulla cima di torri, effettivi antenati del faro, inteso nell'accezione architettonica odierna. Ma la struttura architettonica del faro ha una storia ben più intrinseca e pregnante di significato, come di seguito illustrato.

3.1. Origine dei fari: tra mito e storia

La genesi della parola faro ha origini remote, rintracciabili nell'antichità e nel mito, etimologia associata da sempre al bagliore capace di rassicurare chi si sposta in mare. La parola “faro”, infatti, è il nome del nocchiero della nave che riporta Menelao ed Elena a Sparta, dopo la guerra di Troia, che, durante il viaggio, fu morso dal serpente sull'isola che porta il medesimo nome, ovvero Pharos. Ma il concetto di faro in senso moderno, dal greco *pháros*, nasce solo nel III secolo a.C., con la costruzione di uno dei fari più monumentali di tutti i tempi: il faro di Alessandria d'Egitto, una delle più antiche e maestose costruzioni del passato, riconosciuta come una delle sette meraviglie del mondo.

In virtù delle sue origini antichissime, la figura del faro ha da sempre incuriosito l'immaginario collettivo. La nascita di queste architetture risale ad epoche lontanissime e la loro trasformazione va di pari passo con il progredire delle tecnologie di navigazione – prima prettamente costiera e diurna, in seguito notturna e di ampio respiro – in conseguenza di scambi sempre più massivi. La storia dell'intensificarsi del traffico marittimo, infatti, segue in maniera coerente il processo costitutivo delle luci del Mediterraneo, dapprima basate su pochi punti di segnalamento posti al servizio dei naviganti⁵ per poi configurarsi come una vera e propria rete a copertura dell'intero territorio costiero.

Riguardo alle loro origini, già Omero nel XIX libro dell'Iliade paragona il luccichio dello scudo di Achille⁶ ad uno di quei fuochi che si ergono dalle alture e che rendono sicura la via ai naviganti. Eschilo li descrive invece come una sorta di staffetta luminosa, la cui fiamma attraversa il mare da Troia ad Argo⁷, alludendo alla “sentinella che accende il fuoco”, dunque al rito del nutrire e curare la fiamma sul far della sera. Come detto, è solo nel 300 a.C. che nasce il concetto di faro come lo intendiamo oggi, riconducibile a due delle più grandi strutture, assimilabili a fari monumentali, tra le più importanti di tutti i tempi: il faro di Alessandria d'Egitto, costruito sull'isolotto di Pharos ed eretto da Sostrato di Cnido, e il Colosso di Rodi, rappresentato dall'iconografia classica come una figura antropomorfa, il dio Elios, con in mano un braciere.

Dei fari antichi, dopo anni di ricerche di archeologia subacquea, sono riemersi dal mare solo alcuni dei frammenti di queste storiche architetture, oggi sfumate nel mito. Le uniche fonti a ricordarle sono i versi dei testi antichi che ne narrano la composizione, unitamente alle numerosissime raffigurazioni – su alto rilievi, monete e mosaici – che ne attestano l'importanza. È il caso del mosaico romano⁸ in cui appare uno dei primi “fanali”, ovvero un fuoco acceso su una colonna, alimentato probabilmente a legna; o ancora il mosaico della Basilica di San Marco, a Venezia, in cui viene narrato l'avvistamento dallo stesso San Marco del faro di Alessandria d'Egitto⁹, durante uno dei suoi viaggi apostolici. Questa raffigurazione viene inoltre riportata in un alto rilievo in marmo presente sulla Torre di Pisa, rappresentante una torre con il fuoco acceso circondata da navi pisane, risalente al XII secolo¹⁰ (fig. 1), e in una lastra frontale di un sarcofago, raffigurante il porto di Ostia e il suo faro (fig. 2).

È, dunque, indubbia l'importanza del faro di Alessandria d'Egitto¹¹ (fig. 3), la più significativa e antica costruzione, predecessore dei fuochi su colonne e dei fari¹², il cui segnale luminoso, alimentato da legna e oli alla sommità, proiettato



Fig. 1 Torre di Pisa, rilievo in marmo raffigurante il faro di Alessandria d'Egitto.



Fig. 2 Lastra frontale di un sarcofago raffigurante il porto di Ostia e il suo faro.

in mare, si attesta essere capace di raggiungere una distanza in mare fino a oltre 30 miglia, mediante un sistema di specchi progettato da Archimede¹³. Come sostenuto da Edrisi, filosofo arabo del XII secolo, si pensa che il faro di Alessandria d'Egitto fosse alto "cento stature di uomini", circa 71 metri di basamento, composto da una torre ottagonale più stretta di 34 metri, sormontata da una statua di Zeus o Poseidone, come rappresentato nelle molteplici raffigurazioni che lo riguardano¹⁴. La sua importanza viene provata e descritta da molte storie e documentazioni fra le quali si distingue l'epigramma di Posidippo risalente al II secolo a.C., pubblicato nel 1879 dall'archeologo Weil¹⁵, nel corso del quale si decanta l'utilità della lanterna e la fondamentale funzione di avvertimento e di avvistamento da parte del faro. Va sottolineato, però, come il faro di Alessandria d'Egitto, seppur sia considerato come il faro più antico e monumentale della storia, non rappresenti sicuramente l'unico in Egitto. Infatti, è Strabone, nella sua Geografia, a riferire la presenza di ulteriori torri poste sul litorale, all'ingresso del porto di Alessandria¹⁶.

Tra i fari presenti nella più antica rete appartenente allo spazio Mediterraneo è senza dubbio il "faro" eretto a Rodi: si tratta del Colosso di Rodi (fig. 4), quello che avrebbe dovuto e forse potuto essere un faro. Secondo numerosi studi scientifici, il Colosso dedicato al dio Helios doveva essere una figura antropomorfa a gambe divaricate, posta tra i due moli del porto di Mandraki a Rodi, tanto divaricate da consentire il passaggio di una nave antica a vele dispiegate. Il Colosso di Rodi, a differenza del faro di Alessandria d'Egitto, non ha lasciato alcuna testimonianza di sé: nonostante le citazioni di Plinio e di altri artisti, è ancora dubbia la sua composizione, anche se si ritiene fosse alto 70 cubiti, ovvero 32-33 metri. In questo senso, le uniche informazioni certe a noi pervenute sono inerenti alla sua distruzione, avvenuta nel 227-226 a.C., i cui resti sono stati trasportati dalle carovane arabe nel VIII secolo d.C., utilizzati successivamente per altri usi. Resta, comunque, ad oggi, immutata l'iconografia attinente la sua consistenza fisica: la sua testa laureata di raggi o alloro, con in mano una torcia, ha, in passato e ancora oggi, molto seguito per la raffigurazione su monete, forse ispiratrice dell'attualissima Statua della libertà, a Liberty Island.

L'imponente fama di questi due fari ha sicuramente oscurato, nel corso del tempo, le architetture costiere erette là dove i sistemi di navigazione erano più avanzati. Greci, romani ed egiziani, infatti, avevano già costruito delle torri con la sommità accesa all'imboccatura dell'Ellesponto e sul Bosforo, come anche in Oriente nei porti di Laodicea, Smirne e Bisanzio. Pur non avendo lasciato alcuna traccia in merito alla loro composizione, l'esistenza di un'antica rete dei fari conferma l'effettiva utilità e il riconoscimento storico-culturale di queste architetture.

In tempi più recenti è in Italia che i fari possono vantare una riecheggiante fama, in virtù delle notizie e delle ricerche pervenute dagli studiosi: è il caso del faro San Rainieri a Messina, e del faro di Ostia, costruito nel I secolo a.C. dall'imperatore Claudio (fig. 5); fari dall'ingente importanza strategica, storica



Fig. 3 Fischer von Erlach, J. B. (1721). Il faro di Alessandria d'Egitto, dal libro *Entwurf einer historischen Architektur*.



Fig. 4 Heemskerck, M., XVI secolo, Il Colosso di Rodi, incisione.

e architettonica. La strutturazione di una rete costiera riprende dunque il suo corso con i Romani che, affacciati sulle coste conquistate, costruiscono circa trenta torri adibite a fari, dal Canale della Manica fino alle coste del Mediterraneo. Ne sono un esempio la torre a pianta quadrata a Ravenna, il faro di Civitavecchia, il faro di Capri, il faro di Porto Cassis e, fra i più importanti, il faro de La Coruña, detto Torre d'Ercole, situato nell'antica Brigantium, in Galizia.

Dal Medioevo all'età moderna, con la caduta dell'Impero romano d'Occidente, la costruzione dei fari s'interrompe e i flussi di navigazione si arrestano a causa delle invasioni barbariche, dissuadendo la navigazione in mare aperto e prediligendo, al contrario, flussi costieri diurni. Tale "cambio di rotta" diviene dunque la causa della caduta in rovina di molte delle trenta torri romane destinate alla creazione di una prima messa in rete del sistema di segnalazione costiero, incentivando il ritorno ai precedenti sistemi di accensione a legna¹⁷. Successivamente, con la ripresa dei commerci e la nascita delle repubbliche marinare dal XII secolo in poi, la costruzione delle torri e dei fari in Italia torna attiva¹⁸, pur mantenendo le medesime tecniche di accensione, mediante legna e oli minerali, e le stesse caratteristiche compositive, contraddistinte da alte torri in pietra dai volumi semplici ed essenziali.

È nel corso del Rinascimento e dell'età barocca che il faro si veste di un nuovo stile compositivo – in virtù del nuovo valore storico e funzionale attribuito a queste architetture – raggiungendo particolare prestigio architettonico e costruttivo in paesi quali Francia e Inghilterra. In questo periodo, il faro, oltre ad assolvere alla propria funzione di segnalazione, viene inteso come monumento¹⁹ simbolo del fasto e dell'egemonia politica dei paesi, in virtù della loro estrema visibilità via terra e via mare. Si dà dunque il via alla costruzione di una lunga serie di fari incentrati per lo più sull'estetica, a discapito della loro stabilità e funzionalità, con la conseguente rovina a causa delle forti intemperie generate dagli oceani, determinando la loro ciclica



Fig. 5 Da sinistra verso destra: Denario d'argento di Sesto Pompeo raffigurante il faro di Messina, 40-42 a.C.; Medaglia in bronzo di Commodo raffigurante il faro di Porto, nei pressi di Ostia, 180-192 d.C.; Emidracma in bronzo di Adriano raffigurante il faro di Alessandria d'Egitto, 117-138 d.C.

ricostruzione²⁰. Con il tempo, i costi di costruzione eccessivamente elevati rendono necessario, in virtù di una sempre più elevata richiesta, il ritorno alle geometrie semplici, fatta eccezione per alcuni fari antichi o particolarmente identitari dei luoghi.

Ma la tappa più importante che segna il passaggio dai fari moderni a quelli “contemporanei” sono senza dubbio le evoluzioni e le invenzioni tecnologiche in fatto di illuminazione; tecnologie che hanno radicalmente modificato i modi costruttivi, le geometrie, le prestazioni e la presenza più o meno intensa di queste architetture nelle coste dell’area Mediterranea.

3.2. Tecniche e tecnologie d’illuminazione

La storia dei fari, già fortemente legata alle invenzioni in merito alla navigazione, s’intreccia indissolubilmente con l’evoluzione della tecnologia e delle tecniche di propagazione legate all’emissione luminosa. Come per la navigazione, è quasi impossibile attribuire un inizio cronologico a questi sistemi; la prima fonte luminosa può essere fatta risalire ai bracieri di legna accatastata nei punti più alti della costa, su rocce e promontori, attraverso i quali guidare e segnalare l’imminente pericolo rappresentato dal fondale basso o da affioramenti rocciosi. Se fino al Seicento la tecnologia di emissione luminosa rimane invariata – lasciando il passo ai dibattiti incentrati sulla loro monumentalità e, solo in alcuni casi, stabilità – è solo dalla fine del Settecento che il funzionamento della lanterna viene totalmente stravolto: dalla combustione della legna si passa all’ideazione di sistemi d’illuminazione e di propagazione, per lo più ancora ad oggi in uso.

In questo senso, infatti, gli iniziali metodi di accensione, tramite legna ardenti su piattaforme, ovvero sistemi costosi e poco pratici, rendevano l’illuminazione del faro un grosso dispendio di energie e risorse, come dimostrato da alcuni documenti dell’epoca. L’accensione del faro di Chassiron, nell’Oléron francese necessitava infatti di 700 kg di legno per notte, rendendo insostenibile il funzionamento prolungato del faro stesso. Tale sistema di accensione rimase comunque in vigore e largamente utilizzato per molto tempo fino all’installazione, per la prima volta sul faro di Sète, della prima lampada a olio munita di un riflettore prodotta dalla compagnia Tourville-Sangrain⁴. Le lampade ad olio, seppur capaci di superare il problema dello spegnimento dei fuochi alimentati dal carbone o dalla legna – anche grazie alle protezioni contro gli agenti atmosferici adottate a partire dal XVIII secolo – si configurano come sistemi dalla scarsa potenza. Ciononostante, questa tecnica, considerata l’abbondanza delle materie prime e la necessità di avere una sorgente luminosa costiera sempre in servizio, viene adottata da tutti i fari presenti nel bacino del Mediterraneo²¹, iniziando a costituire quella che poi si configurerà come la rete dei fari del Mediterraneo.

La protezione della luce dagli agenti atmosferici lascia poi lo spazio al potenziamento della loro portata mediante l'incremento in termini di quantità delle micce e della modifica della loro conformazione geometrica, tramutando il sistema luminoso in circolare e cavo. È solo con la Rivoluzione Industriale che vengono utilizzati nuovi sistemi d'illuminazione a gas, grazie alla scoperta e alla diffusione del gas butano e propano, già sperimentati per i sistemi viari delle grandi città europee. Il vantaggio principale di questo sistema risiedeva nel bassissimo consumo di materiale, oltre a non necessitare l'assistenza di alcun addetto²². Ma l'effettiva svolta nel panorama dell'illuminazione del faro, e in generale della luce, arriva solo alla fine dell'Ottocento, con le sperimentazioni di Edison per la prima lampada a incandescenza con filamenti in carbone, poi sostituiti con filamenti di tungsteno e titanio²³.

Ma ciò che rivoluziona in maniera definitiva l'utilizzo della sorgente luminosa del faro è senza dubbio il sistema ottico di propagazione, attraverso il quale proiettare una piccola quantità di luce verso distanze di gran lunga maggiori alle precedenti.

La sola sorgente luminosa, con fasci luminosi non direzionati e controllati, non sarebbe infatti capace di raggiungere distanze considerevoli senza andare incontro a importanti e dispendiosi dissipamenti di energia²⁴. È così che Augustin-Jean Fresnel²⁵ – seguendo le tracce del fisico americano Benjamin Thompson conte di Rumford, dell'orologiaio Bertrand Guillaume Carcel e di un ingegnere ad oggi ignoto – ipotizza un incremento della potenza di propagazione dei lampi mediante lenti concentriche alimentate da olio sotto pressione²⁶. Esse, seppur capaci di migliorare la visibilità a distanze maggiori, non risultano ancora essere sufficienti a coprire il fabbisogno di una rete costiera sempre più fitta.

Delle semplici lenti "lisce", infatti, seppur di grande diametro, non sono in grado di coprire grandi distanze focali, senza considerare il peso eccessivo della lente stessa. Le lenti vengono dunque dotate di "gradoni", capaci di ottimizzare al meglio la propagazione dell'emissione luminosa, successivamente utilizzate con ampio successo in tutto il mondo con il nome di "lenti Fresnel" (figg. 6-9)⁴.

La prima teorizzazione delle lenti Fresnel prevedeva una classificazione suddivisa in sei diversi tipi di lenti per i fari, di diversa dimensione e lunghezza focale, in funzione della portata nominale da raggiungere. Tale differenziazione viene poi perseguita e riproposta nella redazione, e parziale realizzazione, del primo programma di costruzione di una fitta rete italiana di fari, classificati secondo sei "ordini": dal primo, capace di raggiungere distanze maggiori, al sesto ordine²⁷. Successivamente, il passare del tempo porta con sé l'innovazione del sistema ottico: vengono così create delle lenti ancora più potenti del primo ordine, dette meso-radiali e iper-radiali, inserite nel settimo e nell'ottavo ordine²⁸; oltre alla creazione dell'ordine 3/1, posto tra il terzo e il quarto ordine.

In definitiva, l'evoluzione del sistema e del funzionamento del faro risulta essere la conseguenza non solo della progressione dei sistemi di navigazione ma anche dell'innovazione teorica e pratica succedutasi nel campo dell'illuminazione e della conseguente propagazione luminosa. Di pari passo con la teorizzazione di nuove tecnologie e tecniche d'illuminazione, l'utilità e l'importanza storico-funzionale di queste architetture cresce a dismisura, creando un vero e proprio filone di analisi e di studio: la "farologia"²⁹, indirizzata espressamente allo studio dei fari intesi come strutture architettoniche di tipo estetico-funzionali.

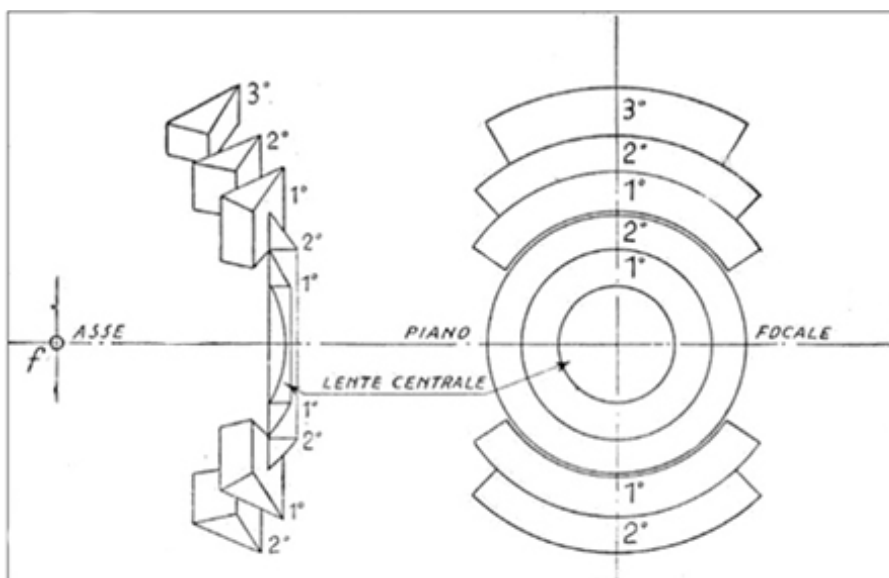


Fig. 6 Punto focale di apparato direzionale con specchio concavo e lente a profilo Fresnel.

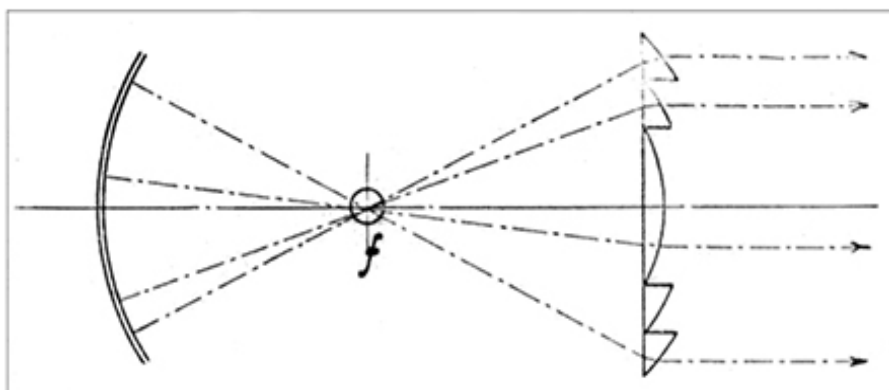


Fig. 7 Pannello lenticolare completo.

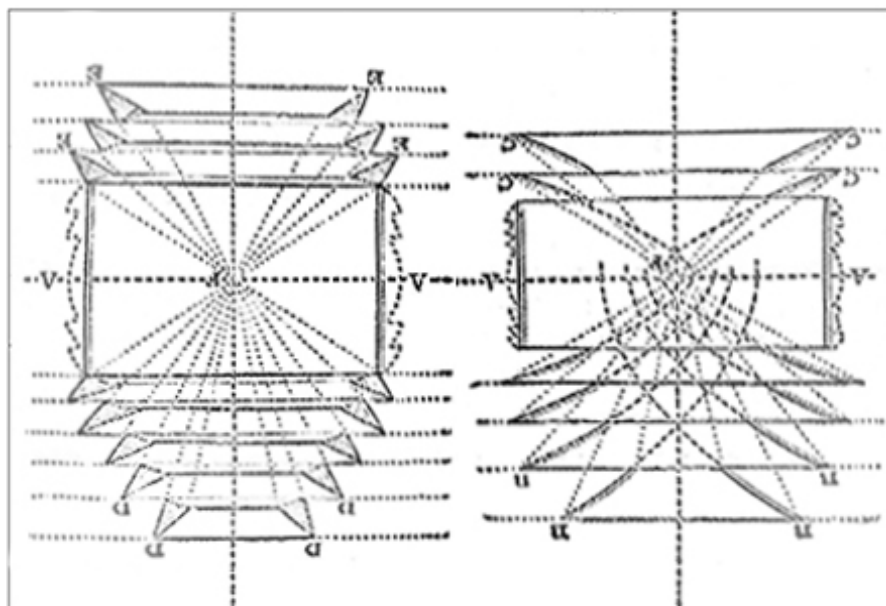


Fig. 8 Sistema catottrico e catadiottrico.

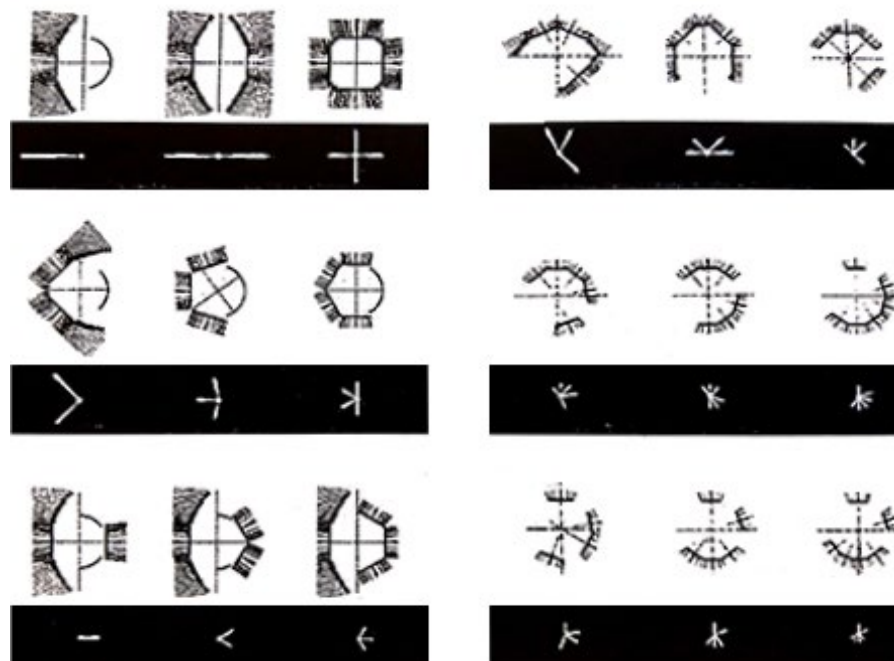


Fig. 9 Principali combinazioni di ottiche rotanti.

3.3. Dalla nascita della farologia ad oggi

Con l'avanzamento dell'egemonia navale da parte dell'Inghilterra, il XIX secolo diventa il periodo di nascita e fioritura della farologia, spettatrice di miracoli tecnologici e d'ingegneria, soprattutto lungo le coste dell'Inghilterra, della Scozia e dell'Irlanda. È il faro di Eddystone, struttura in mare aperto alta 46 metri con una portata pari a 22 miglia, a dare il via a una serie di miracoli ingegneristici³⁰. La vastissima produzione di torri-faro di significativo interesse architettonico e ingegneristico è da ricondurre alle considerazioni fatte tra l'800 e il '900 in merito alla stabilità³¹, in quanto strutture capaci di dover resistere alla forza del vento e delle onde.

A livello costruttivo, i "fari contemporanei" risultano essere per la maggior parte dei casi delle strutture in muratura piena, costituite da materiali simili e compatibili tra loro, utilizzando sistemi strutturali adatti al luogo di costruzione³². L'uso dei materiali, unitamente al luogo di collocazione e ai "nuovi" paradigmi sulla stabilità, si configurano essere come i presupposti per una rinnovata teoria architettonica del faro, verso costruzioni sempre più semplici, geometricamente simmetriche e più robuste in caso di vento o di altri fenomeni atmosferici³³.

Per le sperimentazioni attinenti la resistenza al vento e alla relativa oscillazione è la Francia, in particolare Parigi, a sperimentare nuovi metodi di analisi e controllo: l'oscillografo costruito dalla Ditta Jules Richard, installato in sette fari francesi di differente struttura e altezza, permetteva di avvertire e registrare le vibrazioni delle torri dei fari³⁴. Si trattava di un apparecchio di facile trasporto ma incompleto poiché non sufficiente a raccogliere tutti i dati necessari per uno studio esauriente indirizzato alla determinazione degli sforzi causati dal vento. È comunque grazie a questa prima esperienza che si riescono a capire gli elementi necessari per un buon oscillografo, necessariamente caratterizzato da: funzionamento automatico e continuativo; un anemometro per la misurazione della direzione e velocità del vento e un cronografo.

Non essendo riusciti a progettare un apparecchio capace di racchiudere tali funzioni in uno spazio limitato, si scelse di posizionare i singoli strumenti, collegati individualmente tra loro³⁵; l'oscillometro, seppur in fase di sperimentazione, ebbe molto successo per l'analisi delle torri caratterizzate da una stabilità precaria. È nel settembre del 1913 che, il Ministero della Marina, unitamente all'Ispettorato dei Fari e del Segnalamento Marittimo, richiama all'attenzione del Ministero dei Lavori Pubblici il faro di Fiumara Grande, alla foce del Tevere, a causa delle forti oscillazioni dovute al vento. La Commissione permanente per l'illuminazione si mostra favorevole all'adozione di questa tipologia di sistemi e dei loro relativi studi, condotti dal Regio Ufficio del Genio Civile di Roma, identificando nella tematica dell'affidabilità strutturale il principale argomento d'innovazione farologica del XIX secolo, periodo di vere e proprie rivoluzioni in fatto di stabilità strutturale e di armonia compositiva.

Negli stessi anni, si sviluppa un sempre più forte interesse verso la costituzione di una vera e propria identità architettonica del faro, resa possibile dalla creazione di una rete dei fari, contraddistinti da caratteristiche funzionali e compositive comuni all'intera rete. Già dotato di una rete di fari organizzata dal Regno delle Due Sicilie³⁶, è nel 1860, con l'Unità d'Italia, che lo Stato Italiano si dota di tutti gli strumenti per organizzare in maniera sistematica una struttura d'illuminazione percorrente gli ottomila chilometri di costa italiani; dai 50 fari e segnalamenti marittimi presenti nel 1861 si passa ai 512 fari esistenti nel 1916 (fig. 10).

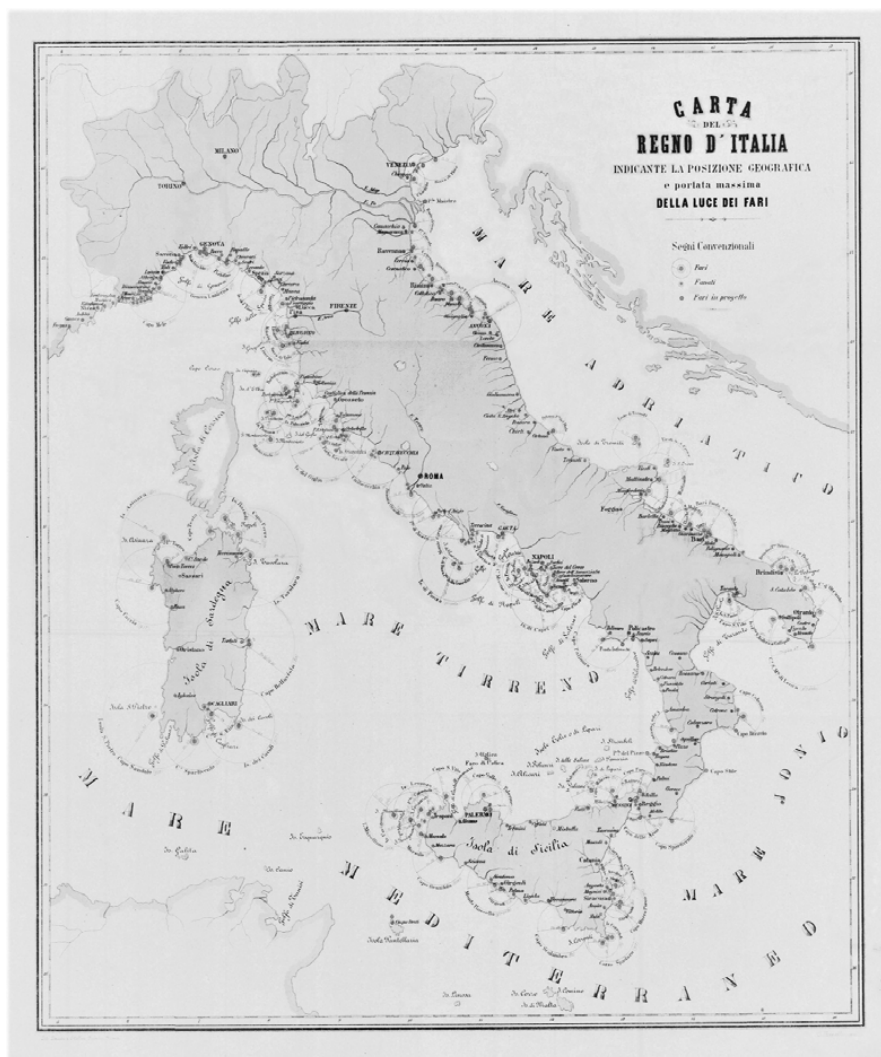


Fig. 10 Fari principali della rete italiana nel 1974.

Tale strategia di ammodernamento è documentata nella prima pubblicazione italiana dedicata alla governance dei fari dal punto di vista costruttivo e manutentivo, al fine di creare una rete unica di segnalamenti che potesse unire l'intera costa italiana. Il progetto si concretizza con la formalizzazione da parte del Ministero dei Lavori Pubblici dell'*Album dei Fari illustrato dalle notizie intorno ai loro caratteri e posizione non che da quelle intorno alle spese di costruzione e impianto e di annuo mantenimento ed illuminazione*³⁷ (fig. 11), ancora oggi reperibile presso le Biblioteche Nazionali e in alcuni Archivi di Stato.

Se fino a quel momento la funzione del faro è stata assolta e inglobata dalle torri, dai bastioni, dalle fortezze e dalle torri difensive, con questo programma si dà inizio a una nuova era di strutture e architetture moderne e tecnologicamente avanzate, ambendo a far conoscere l'aumento e il progresso portato da tali strutture dopo la costituzione del Regno. In questo senso, a partire dall'Unità d'Italia l'interesse indirizzato ai fari e alla loro realizzazione diviene tanto elevato da surclassare ogni tipo di opera costiera, compresi i porti, probabilmente in quanto, come riportato nello stesso *Album*, nei fari sono individuati i «monumenti di generale interesse e pegni non dubbi della civiltà di un popolo»³⁸.

Più specificatamente, l'*Album dei fari* è una raccolta di disegni raffiguranti numerosi dei fari ancora oggi esistenti (figg. 12, 13), in pianta e in prospetto, corredati dalle caratteristiche tecniche degli impianti, dei costi di manutenzione e dal piano economico necessario alla loro costruzione e gestione. L'impostazione geometrico-architettonica della maggior parte dei progetti presenti nell'*Album* segue delle geometrie ricorrenti e ben precise – alternati da sporadici fari in stile neoclassico con materiali locali e caratteristiche uniche quali cornici e colonne – ancora oggi in parte esistenti e in uso.

Malgrado l'accuratezza dei progetti, il programma di costruzione non viene portato a termine, seppur parzialmente realizzato in epoche successive, con modifiche più o meno evidenti rispetto al progetto originario. Ciononostante, la pubblicazione mette in chiaro l'effettiva volontà di investire sulla tecnologia e su questo tipo di edifici identitari, attraverso la quale esprimere il grado di civiltà raggiunto.

Se l'interesse indirizzato alla costruzione di fari si configura come una gaussiana in continua crescita, è con l'evoluzione tecnologica – fino a questo momento generatrice di un sempre più forte interesse nei confronti dei fari – che si dà avvio all'inesorabile e disarmante declino delle architetture costiere. In questo senso, infatti, è nei primi anni del XX secolo che, grazie all'inventore svedese Gustaf Dahlén, si assiste all'elettrificazione dei fari, processo conclusosi solamente con l'aggiornamento al sistema elettrico nei fari collocati in alto mare, mediante l'uso di generatori elettrici o tramite energia solare o eolica³⁹. La tecnologia, da sempre processo indirizzato all'accrescimento del valore architettonico-funzionale delle architetture costiere, diviene dunque la causa del definitivo decremento gaussiano d'interesse. A contribuire al definitivo

decadimento è, unitamente all'elettrificazione del sistema luminoso, la nascita delle nuove tecnologie e dei sistemi per la navigazione: dal GPS al NAVTEX⁴⁰, dai radar agli ecoscandagli, dai piloti automatici alla cartografia digitale, per concludere con la creazione di molteplici applicazioni per smartphone capaci di aiutare il navigante nella traversata.

È così che la figura del faro, seppur ancora attivo grazie ai sistemi automatizzati, abbandona in parte la sua funzione, tramutandosi in un relitto della storia, un frammento della memoria. Ciononostante, l'apparato architettonico del faro si configura ancora oggi come un edificio dall'enorme potenziale architettonico-turistico per l'intero territorio Mediterraneo, oltre a costituire una testimonianza storica fondamentale per l'identità dei luoghi e della memoria. Non è un caso come alcuni dei fari presenti nel Mediterraneo siano tutelati dalla Commissione Europea⁴¹, a dimostrazione del grande valore simbolico, architettonico e paesaggistico di queste architetture per l'intero territorio Mediterraneo.

In definitiva, l'architettura del faro necessita oggi di una nuova interpretazione e rilettura, al fine d'indirizzare la popolazione verso nuove chiavi di lettura, attraverso la quale generare processi di riconoscimento e d'identificazione del loro valore-utilità. Al fine di rinnovare l'interesse verso queste architetture risulta possibile – mediante la scomposizione e "ricomposizione" dell'architettura



Fig. 11 Copertina dell'Album dei Fari illustrato dalle notizie intorno ai loro caratteri e posizione non che da quelle intorno alle spese di costruzione e impianto e di annuo mantenimento ed illuminazione.

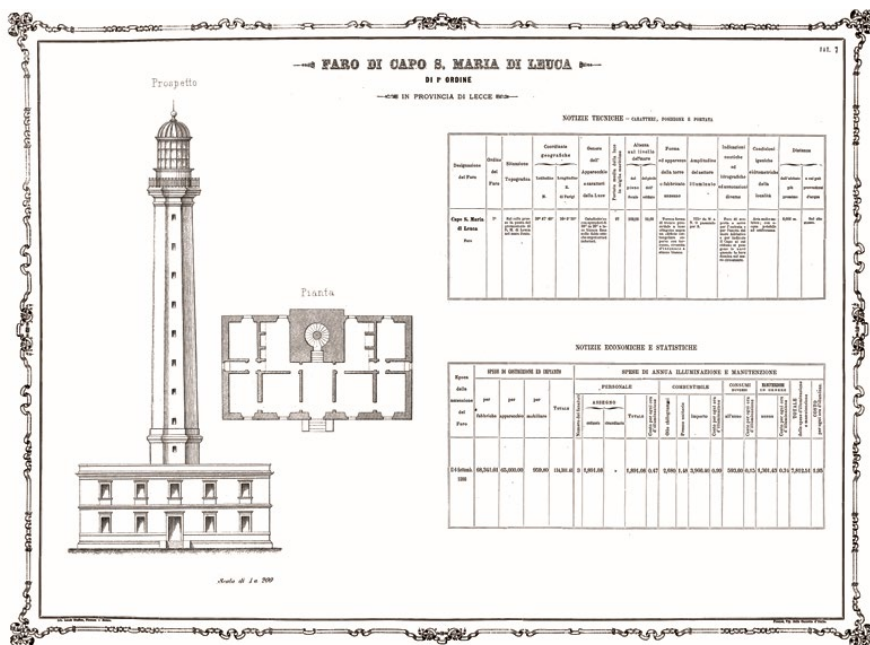


Fig. 12 Tavola del faro di Santa Maria di Leuca (LE) presente nell'Album dei fari.

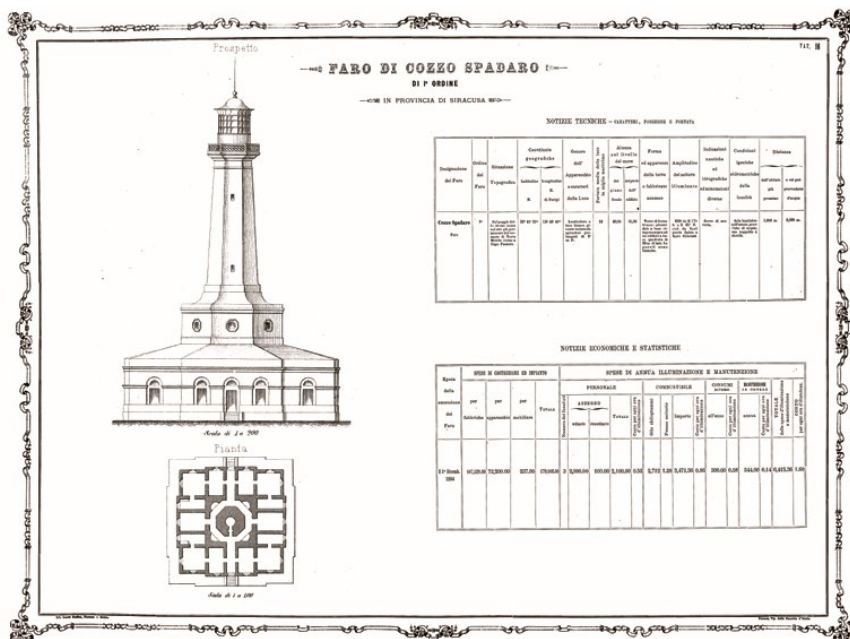


Fig. 13 Tavola del faro di Cozzo Spadaro (SR) presente nell'Album dei fari.

archetipa del faro – generare metodologie, eventi, prodotti e processi di analisi e di valorizzazione indirizzati alla costruzione di una rete materiale e immateriale, verso un linguaggio comune fondato sulla conoscenza, sulla disseminazione turistica e sulla salvaguardia.

È su questi presupposti che si gettano le basi di una nuova rilettura, verso l'analisi e la scomposizione degli elementi strutturali e qualificanti del faro, nella sua duplice chiave lettura – dal linguaggio diurno, contraddistinto dalla geometria, dalla forma, dal colore e dal paesaggio, al linguaggio notturno, fatto di reti luminose e sistemi di comunicazione radar – attraverso la quale guidare il lettore verso la teorizzazione e la formalizzazione di una metodologia parametrica e ontologica.

Note

1. GUIGUENO VINCENT, *PHARES*, MUSÉE NATIONAL DE LA MARIN, PARIGI, 2012.
2. BRAUDEL FERNAND, *Il Mediterraneo: lo spazio, la storia, gli uomini, le tradizioni*, Bompiani, Milano, 2017.
3. «Né gli cadea su le palpebre il sonno mentre attento le Pleiadi mirava e il tardo a tramontar Boote e l'Orsa che detta è pure il Carro, e là si gira, guardando sempre in Orione, e sola e nel liquido Ocean sdegnava lavarsi. L'Orsa che Ulisse, navigando a manca lasciar doveva, come la Diva ingiunse». OMERO, *Iliade*, p. 141, Feltrinelli, Milano, 2013.
4. BOSCOLO GIANNI, *Breve storia dei fari: da Omero a Internet*, Ugo Mursia editore, Milano, 2014.
5. Nel corso del tempo, nonostante le invasioni barbariche e le incursioni piratesche, queste architetture hanno da sempre servito tutti i popoli senza discriminazioni.
6. «E poi lo scudo prese, grande, massiccio; e da questa fulgore come di luna si diffuse lontano. Come quando sul mare appare ai naviganti la fiamma di un fuoco acceso che brucia in alto sui monti, in una capanna solitaria; e le tempeste li portano contro voglia per il mare pescoso lontano dagli amici: così dallo scudo di Achille fulgore giungeva al cielo, dallo scudo bello, artisticamente lavorato». OMERO, *Iliade*, vv. 373, Feltrinelli, Milano, 2013.
7. ESCHILLO, *Oresteia: Agamennone-Coefore-Eumenidi*, 14° edizione, Garzanti editore, Milano, 2014.
8. Conservato presso il Palazzo Colonna Barberini a Roma.
9. Si tratta del mosaico della Cappella Zen raffigurante il viaggio di San Marco verso Alessandria, guaritore di Aniano. Il mosaico risale al 1200 e al momento risulta cronologicamente l'ultima raffigurazione del faro.
10. SIMONETTI ENRICA, *LUCI SULL'ADRIATICO. FARI TRA LE DUE SPONDE*, ROMA, 2009.
11. «La sua costruzione all'epoca di Tolomeo I fu, come ci si aspetta, faraonica. La sua scomparsa in un maremoto dantesca. La sua resurrezione, spettacolare». PAOLINI CHARLES, *I guardiani dei fari. Sentinelle del mare. Storie e leggende*, Addictions-Magenes, Milano, 2007.

12. Per fani, o fana, s'intendono le piccole torrette la cui unica funzione era quella di proteggere gli stessi fuochi accesi. L'eventuale presenza del manufatto non aveva alcuna funzione segnaletica o difensiva. NUCIFORA SEBASTIANO, *Contrassegni verticali. Una rilettura del paesaggio costiero*, liriti editore, Reggio Calabria, 2007.
13. GIORGETTI DARIO, *Il faro di Alessandria fra simbologia e realtà. Dall'epigramma di Posidippo ai mosaici di Gasr Elbia*, in "Atti della Accademia nazionale dei Lincei. Classe di scienze morali, storiche e filologiche", Roma, 1977, pp. 245-261.
14. FATTA FRANCESCA, *Luci del Mediterraneo. I fari di Calabria e Sicilia*, Rubbettino, Reggio Calabria, 2002.
15. WEIL HENRI, *Un papyrus inédit: nouveaux fragment d'Euripide et d'autres poètes grecs*, Maisonneuve, Parigi, 1879.
16. È stata ritrovata qualche traccia ad Abu Sir, a 50 chilometri da Alessandria, del quale resta ancora una parte eretta, dove sorgeva l'antica Taposiris Magna. A livello compositivo si tratta di una piccola replica del faro di Alessandria d'Egitto: il primo livello a base quadrata, il secondo su base ottagonale e il terzo su base circolare, esattamente come il faro a cui s'ispira. SIMONETTI ENRICA, *LUCI SULL'ADRIATICO. FARI TRA LE DUE SPONDE*, ROMA, 2009.
17. MARIOTTI ANNAMARIA LILLA, *Fari*, Edizioni White Star, Vercelli, 2005.
18. Ne sono un esempio la Lanterna di Genova, il fanale di Porto Pisano a Livorno, la torre di Capo Peloro e il faro delle secche della Meloria.
19. Ne è un esempio il faro di Cordouan in Francia, costruito nel Seicento e situato in pieno mare al largo della Gironda. Voluto dal re di Francia e è degno delle fattezze di un palazzo, è contraddistinto da scaloni monumentali, una cappella con sculture, vetrate e lastre di marmo. Costruito su di un banco di sabbia che, con l'alta marea, sparisce sott'acqua, rappresenta ancora oggi l'eterna sfida tra estetica e stabilità. MARIOTTI ANNAMARIA LILLA, *Fari*, Edizioni White Star, Vercelli, 2005.
20. È il caso del faro di Eddystone, costruito nel 1698 e simbolo della lotta fra uomo e natura, fra architettura e scienza; è contraddistinto da loggette, cornicioni, fregi e alberi di carico, eretto su delle rocce. Come descritto da Victor Hugo: «Questa costruzione dava presa da ogni parte alla burrasca, come quei generali che per essere troppo gallinati e decorati si attirano i colpi nella battaglia». HUGO VICTOR, *Les orientales. Les feuilles d'automne*, LGF, Vanves, 2000.
21. L'importanza del funzionamento dei fari è all'epoca talmente riconosciuta da impedire l'abuso dei prodotti per la loro accensione – ovvero dei vari oli di colza, oliva, ecc. – anche tramite la loro adulterazione per evitarne il commercio o l'uso, come stabilito dall'editto di Cosimo de' Medici per il faro di Livorno.
22. Ad adottare questa soluzione, nel 1784, è il chimico svizzero Aimè Argand.
23. Questo sistema venne adottato per la prima volta per il faro di Trieste, per poi trovare largo utilizzo nei fari di tutta Europa.
24. Ciononostante, i sistemi a gas non sono mai stati totalmente abbandonati, costituendo un valido sistema in caso di caduta di tensione elettrica.
25. PETINO ANNA, *Tecniche e tecnologie*, in FATTA FRANCESCA (a cura di), *Luci del Mediterraneo. I fari di Calabria e Sicilia*, Rubbettino, Reggio Calabria, 2012.

26. È ad Augustin-Jean Fresnel, nato a Broglie nel 1788, che si deve, unitamente alla teorizzazione delle omonime lenti, la formulazione degli “integrali di Fresnel”, ossia funzioni speciali trascendenti introdotte per spiegare i fenomeni di diffrazione delle lenti.
27. È dopo la redazione del programma di costruzione indirizzato alla creazione di una rete dei fari italiani che viene aggiunto un ordine intermedio tra il terzo e il quarto ordine, incrementando gli ordini da sei a sette.
28. In questo contesto, l'utilizzo di lenti più grandi di quelle del primo ordine venne proposta per la prima volta nel 1869 dall'ingegnere britannico Thomas Stevenson, in funzione della capacità dei bruciatori a gas di propagare le luci dei fari a distanze sempre maggiori e anche in caso di nebbia, causando, allo stesso tempo, problemi di surriscaldamento alle lenti di primo ordine. Le lenti meso-radiali e iper-radianti vengono dunque montate su 31 fari – ancora oggi presenti nel faro di Manora Point in Pakistan, nel faro di Santa Maria a Laguna in Brasile e nel faro di Punta Makapuu nelle Hawaii – e rimosse nella maggior parte dei casi a partire dagli anni 20 del XX secolo, in virtù delle nuove tecnologie di illuminazione. Per approfondire Cfr. <https://uslhs.org/hyper-radial-lenses>, consultato il 17/05/21.
29. In termine “farologia” appare per la prima volta nelle Transazioni della Royal Society of Arts di Londra che, nel 1847, ne accredita il conio come «introdotto per la prima volta dal defunto signor Purdy». World Wide Words: Pharology, disponibile in: <http://www.worldwidewords.org/weirdwords/ww-pha1.htm>.
30. Ne sono un ulteriore esempio il faro di Longships e di Bishop Rock, in Cornovaglia, il faro di Skerryvore in Scozia e il faro di Fastnet in Irlanda.
31. «Lo studio della stabilità dell'equilibrio di una struttura trae la sua origine di un carico gradualmente crescente e può presentare un improvviso mutamento dei caratteri della sua deformazione. Tale mutamento non dipende da cedimento o da modificazioni delle proprietà meccaniche del materiale costitutivo, bensì dalla circostanza che, sotto un certo valore del carico, la configurazione dell'equilibrio iniziale cessa di essere stabile e diviene instabile: la struttura subisce allora uno sbandamento, a seguito del quale abbandona la configurazione in parola e ne cerca, se è possibile, un'altra sede». La progettazione delle torri tiene da questo momento in considerazione la teoria della flessione, considerando i fari come corpi incastrati nelle loro fondazioni. MEZZINA MAURO, SOLLAZZO ALFREDO, *Scienza delle costruzioni 3. Teoria tecnica delle travi*, UTET editrice, Torino, 1993.
32. SANTINI ELISA, *Stabilità, oscillazioni e loro omisura nelle torri dei fari. Stabilità, oscillations and their measure in lighthouses towers*, in Bartolomei Cristina, Amoroso Giuseppe (a cura di), *L'architettura dei fari italiani. The architecture of Italian lighthouses. Vol. 2: Mar Tirreno. Tyrrhenian sea*, Alinea, Firenze, 2006.
33. AMOROSO GIUSEPPE, *Forma, geometria e architettura nell'illustrazione dei fari*, in BARTOLOMEI CRISTINA (a cura di), *L'architettura dei fari italiani. The architecture of Italian lighthouses. Vol. 1: Mar Adriatico e Mar Ionio*, Alinea, Firenze, 2010.
34. Nei primi anni del '900 la tematica del vento e dell'oscillazione fu attentamente studiata a causa dell'improvviso crollo del campanile di San Marco a Venezia.

35. Il vento rappresenta un concreto pericolo per queste architetture, poichè oscillazioni troppo rapide possono causare delle fessure perpendicolari alla direzione del movimento verticale, se la muratura non è stata correttamente eseguita da un monolito sufficientemente resistente e omogeneo. SANTINI ELISA, *STABILITÀ, oscillazioni e loro omisura nelle torri dei fari. Stabilità, oscillations and their measure in lighthouses towers*, in Bartolomei Cristina, Amoruso Giuseppe (a cura di), *L'architettura dei fari italiani. The architecture of Italian lighthouses. Vol. 2: Mar Tirreno. Tyrrhenian sea*, Alinea, Firenze, 2006.
36. RADOĞNA LMBERTO, *Storia della marina militare delle Due Sicilie*, Ugo Mursia Editore, Milano, 1982.
37. Così recita l'introduzione dell'Album dei fari: «Se vi è paese in cui i fari possono dirsi più che altrove indispensabili, è certamente l'Italia, non tanto per la sua topografica posizione, quanto per lo sviluppo della sua costa così accidentata». REGNO D'ITALIA/ MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI, *Album dei Fari illustrato dalle notizie intorno ai loro caratteri e posizione non che da quelle intorno alle spese di costruzione e impianto e di annuo mantenimento ed illuminazione*, Ministero dei Lavori Pubblici, Roma, 1873.
38. CURTI GABRIELLA, *L'Album dei fari d'Italia*, in FATTA FRANCESCA (a cura di), *Luci del Mediterraneo. I fari di Calabria e Sicilia*, Rubbettino, Reggio Calabria, 2002.
39. Nello stesso momento, le lampadine a bulbo adibite all'illuminazione – potenzialmente esplosive – vengono sostituite dalle odierne lampadine a bulbo alogeno da 1000 Watt. Oggi sono solo alcuni i fari che adottano una propagazione con luce fissa ad impulsi mediante pannelli luminosi a LED. MASSARIOLO LUCIANO, ZANELLI GUGLIELMO, *I fari e i segnalamenti marittimi italiani. La costa adriatica*, Viella editore, Roma, 2008.
40. Ovvero NAVigational TEXt messages, è un servizio internazionale automatico su medie frequenze, per l'invio di avvisi di navigazione e bollettini meteorologici.
41. In particolare, sono cinque i fari Mediterranei tutelati dalla Commissione, tra i quali troviamo l'italiano Punta Palascia, comunemente chiamato Capo d'Otranto – con la sua torre in pietra bianca svettante 32 metri dal terreno e situato a 92 metri sul livello del mare – unitamente al faro de La Mortella, in Corsica, al faro di Tourlitis in Grecia, al faro di Tiro in Libano e al faro di Palagruža in Croazia.

bianco
città
i due mari
piemonte
costa
azzurro



Corzo Spadaro

verde
attorno
roccia
isola
correnti
lano - Mediterraneo



isola delle correnti

bianco
verde
roccia
Venere
azzurro
Riserva



Capo Milazzo

roccia
verde
azzurro
bianco
promontorio
locca



Capo Cefalù

azzurro
roccia
Fregata del Remigio
bianco
Riserva naturale



Muro di porco

locca
Promontorio
La Cassina
azzurro
bianco
Astru



Capo Milini

4. Le invariabili: luce, colore e paesaggio

Fa parte della nostra esperienza quotidiana: distinguere e catalogare gli oggetti secondo la loro funzione e/o composizione formale, definendo e dividendo sistematicamente gli elementi dalla parte essenziale a quella accessoria. Tali azioni si configurano come la base attraverso la quale catalogare un sistema compositivo – linee, forme, geometrie – costituito dall'immagine interna che ognuno ha di esso, fonte mobile di conoscenza sempre attiva, capace di rivedere percettivamente i tratti caratteristici degli innumerevoli oggetti simili nel mondo al fine di attuare una "indeterminatezza semantica", vale a dire il riconoscimento e la classificazione dell'oggetto attraverso innumerevoli significati, siano essi mutevoli o addirittura contraddittori¹. La linea, a livello percettivo e costruttivo, permette di riordinare tutti gli elementi che si rivelano alla nostra vista, noti o sconosciuti, attraverso schemi, assi di simmetria e moduli: è attraverso questo modo di "osservare" che da una prima frammentazione dell'elemento è possibile raggiungere l'unificazione del reale. L'insieme delle linee genera figure, forme, barriere e geometrie semplici e complesse, attraverso le quali creare e analizzare architetture di ogni tipo e di ogni epoca. Dunque, sono sempre le linee, curve o rette che siano, nelle loro diverse combinazioni e configurazioni, a definire e circoscrivere la totalità degli oggetti presenti nel mondo, verso un'infinita varietà di forme, costringendoci a una necessaria catalogazione e semantizzazione degli elementi².

Per parlare delle architetture costiere, nella loro accezione funzionale e compositiva, non si può non analizzare il rapporto esistente tra il faro e il contesto che li circonda; variabili caratterizzanti l'identità e la memoria di queste architetture, estremamente legate alla percezione. Si fa dunque riferimento a quelle che sono le regole e i dogmi classici indirizzati all'analisi, validi sia per lo studio dell'architettura che per il territorio. In questo senso, se

da un lato il faro si configura come un'architettura capace di accogliere a sé le infinite potenzialità della linea come analisi – composta dall'insieme di regole che generano le geometrie piane – dall'altro, è la linea costiera bidimensionale, reale o rappresentata dalle carte nautiche, a necessitare di un'approfondita analisi, attraverso la quale individuare i significati e le connessioni esistenti tra la linea terracquea e le architetture costiere. Al successivo studio geometrico dei fari si vuole propedeuticamente accompagnare lo studio dei rapporti intrattenuti tra il faro e il territorio; elementi cardine costitutivi di una fitta rete terracquea, attraverso la quale “ricucire” il territorio, mediante il confronto di culture, saperi e tradizioni differenti.

Ad accompagnarne la visione “in pianta” dei fari, concorrono tutte quelle linee orizzontali e colori che ne definiscono l'intorno prospettico: l'orizzonte, il paesaggio e il colore. Il termine “orizzonte” fa riferimento a rapporti, a connessioni, al limitare, alla geografia, all'astrologia, alla matematica, alla geologia e al teatro, ambiti in cui la proporzione delle cose e la delimitazione/definizione dell'orizzonte virano verso infiniti significati. In questo senso, l'orizzonte e il paesaggio risultano essere degli aspetti fondamentali e caratterizzanti nell'ambito della progettazione delle architetture costiere³ in quanto parti integranti della creazione di un paesaggio e di un orizzonte visto dall'altro lato dello spazio urbano, ovvero dal punto di vista dei naviganti, dai “cittadini del mare”.

I fari delincono dunque l'orizzonte e il paesaggio visto dai naviganti, definendo le proporzioni dello sguardo e del territorio del quale ne costituiscono un preciso *landmark*; punti identitari dell'orizzonte costiero, sulla base dei quali è possibile rintracciare immagini figurative, relazioni architettoniche e connessioni letterarie, ovvero una “delimitazione-orizzonti” del pensiero e dello sguardo (fig. 1).

Se in alzato il faro e la costa si configurano come visioni reali e frontali, sulle carte nautiche si tramutano in visioni virtuali: si passa dalla vista geometrica tridimensionale a quella lineare piana. Allo stesso modo, se la semplicità del sistema-faro ci fornisce una rilettura analitica e concettuale totalmente comprensibile, la linea sinuosa e zigzagante della costa si distacca dalle regole geometriche classiche a favore di una netta complessità o, meglio ancora, caoticità, comprensibile unicamente allontanandosi dalle leggi della geometria e dai suoi significati⁴.

In vista zenitale, è attraverso il fascio luminoso dei fari – ovvero linee rette che s'intersecano fra loro generando connessioni di tipo geometrico, semantico e culturale – che è possibile stabilire idealmente una riconnessione dei luoghi e dello sguardo, accorciando le distanze e definendo il cosiddetto “territorio rete”: una fitta maglia luminosa, un intreccio di contaminazioni in continuo divenire. È attraverso questa fitta rete composta da rette che è possibile analizzare, trasferire e porre a sistema i valori radicati nel territorio: valori materiali e immateriali posti alla base dello sviluppo economico e sociale.

Di seguito si vogliono dunque esplicitare tutte quelle caratteristiche che circondano il faro e lo caratterizzano in modo permanente e immutabile, secondo viste prospettiche o zenitali: si tratta delle “invariabili” del faro – di

seguito identificate dal fascio di luce, dalla linea costiera e dal paesaggio – ossia caratteristiche indipendenti dall'architettura costiera ma estremamente identificative nel rapporto tra l'architettura stessa e l'intorno. In questo contesto, i fari, contraddistinguono a loro volta il contesto paesaggistico circostante mediante colori e pattern, in una perfetta armonia tra architettura, colore e paesaggio.

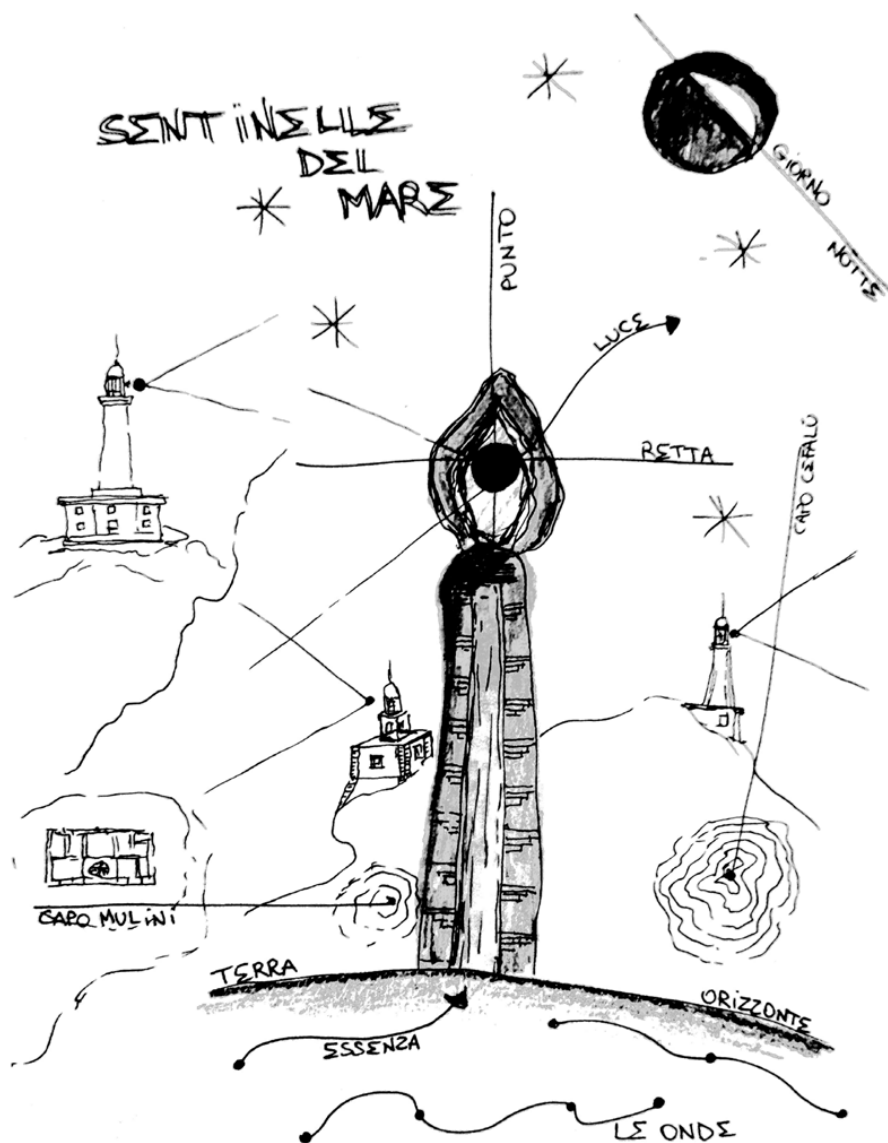


Fig. 1 Sentinella del mare: per un'astrazione del faro.

Il colore e i pattern, sono le ultime caratteristiche di questo viaggio lungo i percorsi architetture geometrici e percettivi del faro, peculiarità essenziali dal punto di vista funzionale, estetico e paesaggistico, in quanto fondamentali per il riconoscimento del faro da parte dei naviganti.

Se la lettura compositiva diurna del faro e del paesaggio avviene secondo colori, forme e pattern, è nell'ambiente notturno che il rapporto con l'esterno cambia, mutandone il visibile attraverso l'emissione luminosa propagata dalla lanterna. Nonostante sia ormai noto come il funzionamento del faro sia stato quasi del tutto soppiantato dai moderni sistemi di navigazione – in ogni caso fonte di segnalamento e riferimento – è l'emissione luminosa a rappresentare l'effettivo linguaggio comunicativo nel contesto notturno, elemento guida necessario in caso di guasti, utile al riconoscimento delle coste, abbagliante riflettore di un affascinante paesaggio⁵. È infatti innegabile come l'emissione luminosa, oltre a ricoprire, seppur in parte, un'azione di tipo funzionale, si configuri come la luce che fa da palcoscenico e scenografia al paesaggio notturno, altrimenti non riconoscibile e visibile.

In definitiva, il principio di funzionamento e dell'utilità-valore dei fari si basa oggi sulla loro possibile localizzazione da parte dei naviganti durante il giorno e la notte: a caratterizzarli concorrono la forma, il colore, la geometria, il posizionamento e la capacità di generare un intenso fascio luminoso⁶.

4.1. La linea terracquea

Se da un lato la linea per l'analisi delle architetture costiere si configura come essenziale a stabilire e progettare un'armonia compositiva, dall'altro, è in ambito territoriale che la linea si esplicita come un collegamento dai molteplici e differenti significati, attraverso la quale instaurare rapporti dalla duplice lettura: sul piano verticale l'analisi del faro; su quello orizzontale lo studio del sistema terracqueo e della linea di confine. In questo senso, infatti, l'analisi delle architetture anfibie non può ridursi al mero studio dell'edificio e delle sue geometrie, in quanto da sempre connesso al territorio circostante, costituente un punto di riferimento fondamentale di mappe e carte nautiche.

L'imposizione di due differenti chiavi di lettura – verticale e orizzontale – ci pone dinanzi a due metodi di analisi che, oltre a convergere verso due punti di vista differenti, richiedono due trattamenti dissimili. In questo senso, se la lettura verticale si fonda oltre che su linee, su forme geometriche e oggetti euclidei, ovvero concetti lineari e di chiara lettura, l'analisi orizzontale, di contro, si riferisce alla teoria del caos e alla geometria frattale, scienza non lineare in quanto non euclidea⁴.

Nella loro configurazione orizzontale, i fasci luminosi generati dai fari creano una fitta rete lungo l'intera linea costiera, per la quale la curva di Von Koch si definisce come uno strumento performante, attraverso la quale analizzare e

rettificare la linea terracquea sul piano orizzontale⁷. Essa viene definita da Bruno Giorgini come «l'intreccio tra vita, universo e geometria»⁸; e, come affermato da Cesarò «non sarebbe possibile annientarla senza sopprimerla al primo colpo, perché in caso contrario rinascebbe incessantemente dalle profondità dei suoi triangoli, come la vita dell'universo»⁹. La curva di Von Koch si configura dunque come una curva parametrizzata da una funzione continua sull'intervallo $[0,1]$, generatrice di una curva continua di lunghezza infinita, autosimile e non derivabile, ossia senza limite in quanto sempre più amplificata di un quantitativo pari a $4/3$ della sua lunghezza precedente (fig. 2).

Tali tematiche risultano essere particolarmente affini all'analisi della linea costiera nella sua dimensione piana. In questo senso è il matematico Benoît Mandelbrot, nel suo libro *The Fractal Geometry of Nature*, a proporre proprio la curva di Koch come modello schematico per l'approssimazione costiera della Gran Bretagna mediante poligonale (fig. 3). Usando un'elevata approssimazione, composta da poligoni da 200 km ciascuno, per una costa lunga 2400 km, si

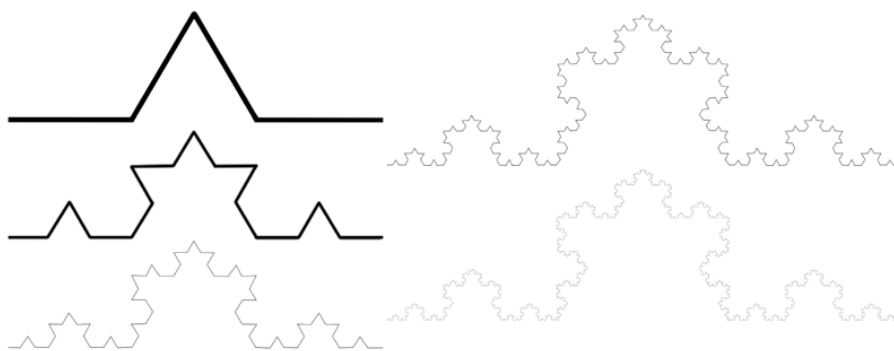


Fig. 2 Costruzione della curva di Koch e successive interazioni.



Fig. 3 Approssimazione della costa della Gran Bretagna con poligonali.

passa dunque a poligoni di 100 km e a una costa di 2800 km. Procedendo con la medesima metodologia, all'accorciarsi dei poligoni si assiste alla continua e progressiva crescita della lunghezza costiera, in conformità alla curva "infinita" compresa in un'area finita¹⁰.

Allo stesso modo, i fari rappresentano i punti notevoli della linea poligonale, attraverso i quali analizzare e rettificare la linea costiera, configurandosi come la metodologia più performante indirizzata alla conoscenza dello spazio bidimensionale orizzontale applicata alla linea terracquea, al fine di comprenderne i rapporti architettonici, paesaggistici e funzionali¹¹.

4.2. *Il fascio di luce*

È tra la linea costiera e il paesaggio che si inseriscono tutti quei fasci di luce emessi dai totem costieri, caratterizzati da uno specifico codice luminoso e visibili unicamente al calar del sole: un paesaggio differente rispetto a quello a cui siamo abituati, composto da segni e segnali in codice, d'indirizzo non solo per gli abitanti del mare ma anche per le persone del luogo.

Se, da un lato, l'invariabile associata alla linea di costa definisce marcatamente il territorio, condizionando l'andamento architettonico e urbano, dall'altro lato, il fascio di luce si configura come un'invariabile parzialmente immateriale che, al contrario, si adatta al territorio riuscendo a creare in maniera intangibile una connessione "ideale" e "idealizzata" tra il paesaggio, lo sguardo e l'architettura mediante linee rette che, intersecandosi e congiungendosi tra loro, creano connessioni di tipo geometrico, semantico e culturale.

Questa tipologia di fasci luminosi, oltre a connettere i territori secondo punti di vista inediti, riesce a creare un disegno parzialmente "materiale" lungo tutto il territorio, disegnando una rete composta da più colori e differenti lampi, in funzione del messaggio da comunicare.

A livello bidimensionale e zenitale, il fascio di luce può essere ricondotto a tutti gli effetti al concetto di mappa, in quanto connettore, codificatore e chiarificatore del territorio. Lo scopo ultimo del "mappare"¹² è quello di rappresentare in maniera definita i rapporti intercorsi tra due relazioni, tra due lembi di terra, tra due territori: si tratta dunque della messa in chiaro dei dati e dei territori, fino a quel momento "casuali" e/o "disordinati". A comporre e imporre un ordine nella struttura dello spazio sconfinato intervengono triangoli, cerchi e linee, a favore di uno dei bisogni primari dell'intelletto umano: imporre una classificazione e una relazione all'infinita spazialità, solo apparentemente senza limite, del mondo conosciuto¹³.

In questo contesto, la linea costiera, precedentemente menzionata come ulteriore "invariabile", risulta essere il punto di partenza dei numerosi fasci di luce, delle reti, delle mappe e delle relazioni. È proprio tale linea ad essere spettatrice dell'infinita complessità e potenzialità del "confine" che, nella sua

laboriosità, si configura come un intricatissimo disegno di vie e di luci marittime e terrestri, capaci di connettere le città di tutte le grandezze e tipologie. Si definisce così il cosiddetto “spazio-movimento”¹⁴: lo spazio terrestre e materiale si sovrappone al “movimento”, generando e moltiplicando le ricchezze e gli averi dei tre continenti che lo compongono¹⁵. L’area mediterranea si modifica così da “territorio-area” a “territorio-rete”, rendendo necessaria la creazione di una fitta maglia, un intreccio di contaminazioni luminose in continuo divenire (fig. 4).



Fig. 4 La rete dei fari del Mediterraneo: intrecci e connessioni.

In conclusione, la messa in rete dei territori attraverso reti tangibili e intangibili, culturali e paesaggistiche, ideali e idealizzate, rappresenta l’azione condivisa che può fare da collante a tutti i paesi del Mediterraneo, al fine di recuperare una condizione primigenia di identità. In questo senso, la ricucitura materiale e immateriale dei territori si serve della mappatura e della messa in rete, al fine di rendere la riconnessione uno strumento universale, da utilizzare come base per la ri-costruzione del paesaggio, dell’architettura e della cultura.

Questo perchè mappare secondo fasci di luce, caratteristica “invariabile” dei paesaggi e delle architetture costiere, significa pensare in prospettiva di una valorizzazione e costruzione del valore-utilità, attraverso la quale connettere i luoghi in modo materiale e intangibile/digitale¹⁶, rendendo necessaria un’esplicitazione consapevole di queste architetture, sia dal punto di vista funzionale che estetico-geometrico.

Il fascio di luce, oltre a confrontarsi con la dimensione “onirica” dell’architettura costiera, trova riscontro nell’atto fisico dedicato alla segnalazione, per la quale la lente Fresnel si configura come ultima innovazione. Oltre alle innovazioni, vi è però la necessità di definire un linguaggio comune di luci, colori e intermittenze. In questo senso, la lente Fresnel diviene una soluzione performante in quanto collegata a un motore rotante, attraverso il quale comunicare significati differenti, in funzione della velocità di rotazione dell’ottica e, dunque, della luce.

Partendo da tale presupposto, ricordiamo come tale tecnologia sia contraddistinta da tre differenti sistemi ottici: le ottiche rotanti, i tamburi diottrici e le ottiche fisse. I tamburi diottrici sono composti da lenti Fresnel con superficie diottrica toroidale e risultano essere utilizzati principalmente per i fanali. Le ottiche fisse, invece, sono composte da una parte diottrica e due catadiottriche. Infine, il sistema diottrico consiste nella somma di lenti e prismi che, davanti a una sorgente luminosa, rifrangono i raggi di luce.

In merito alla tipologia di propagazione luminosa, nelle ottiche fisse, le lenti di cristallo concentrano l'emissione luminosa solamente lungo il piano verticale, illuminando lo spazio marino in maniera uniforme secondo le direzioni azimutali. Le ottiche rotanti, invece, sono composte da pannelli diottrici e catadiottrici che, ruotando intorno all'emissione luminosa, suddividono la luce in diverse porzioni, in un alternarsi di luci ed eclissi, componendo le fasi e dunque il ritmo, fondamentale per il riconoscimento della fonte luminosa da parte dei naviganti¹⁷.

I fuochi ritmici possono dunque essere distinti secondo l'alternarsi di bagliore ed ombra, definendo un linguaggio di comunicazione universale, attraverso luci intermittenti, costanti, lampeggianti, ecc. I segnali luminosi di tipo intermittente risultano essere costituiti da un ritmo costante e di durata maggiore rispetto al tempo di eclissi, caratteristica comune alle luci lampeggianti, ma con un periodo di luce maggiore rispetto a quello di eclissi. Il segnalamento può inoltre essere definito a gruppi di eclissi se tali gruppi sono separati da un intervallo di luce maggiore rispetto a quella interna ai gruppi stessi, o ancora scintillante, ossia isofase, se l'alternanza luce ed eclissi è sempre costante, variando dai 60 ai 120 lampi al minuto (fig. 5).

Il tipo di emissione luminosa, in ambito puramente tecnico e di annotazione nautica, può essere dunque suddiviso in: luce fissa (F); a lampi con eclisse maggiore dei tempi di luce (FI); intermittente con eclisse minore dei tempi di luce (Oc); scintillante con 50-80 lampi al minuto (Q); scintillante rapido con più di 80 lampi al minuto (VQ); isofase con tempi di eclissi uguali ai tempi di luce (Iso) e fissa a lampi continui (F FI) (figg. 6, 7).

La metodologia di classificazione e valutazione luminosa dei fari, oltre a dipendere dal ritmo e dalla velocità di emissione degli stessi, risulta essere condizionata dalla potenza della sorgente luminosa: tanto maggiore quanto la distanza intercorsa tra la lampada e il sistema di lenti. In questo senso, i fari risultano essere classificati in sei ordini, suddivisi in funzione della distanza tra la lampada e il sistema di lenti, espressa in millimetri: 1° ordine 1000 mm; 2° ordine 700 mm; 3° ordine 500-350 mm; 4° ordine 300-250 mm; 5° 187,5 mm; 6° ordine 150 mm.

Altri fattori classificativi sono la portata luminosa, la portata nominale e la portata geografica. La prima viene definita come la massima distanza dalla quale l'emissione luminosa può essere percepita, previa interposizione di un oggetto opaco tra la sorgente luminosa e l'occhio umano. Essa dipende naturalmente

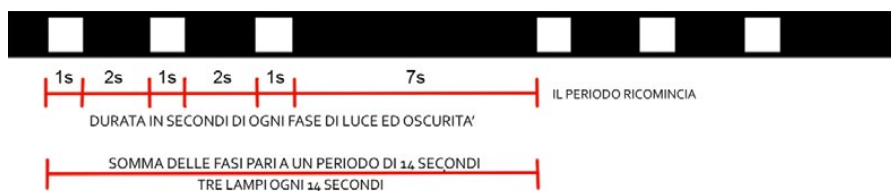


Fig. 5 L'emissione luminosa: il periodo.

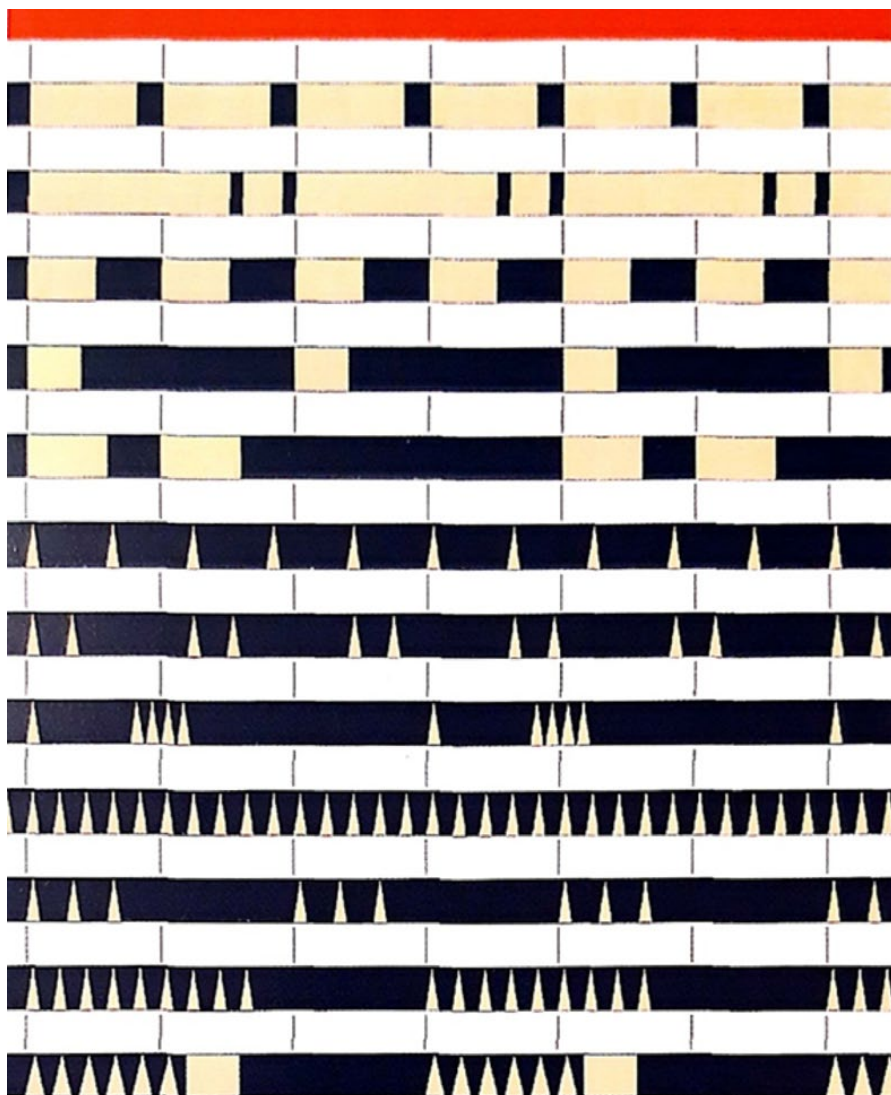


Fig. 6 Lampi ed eclissi dell'ottica luminosa.

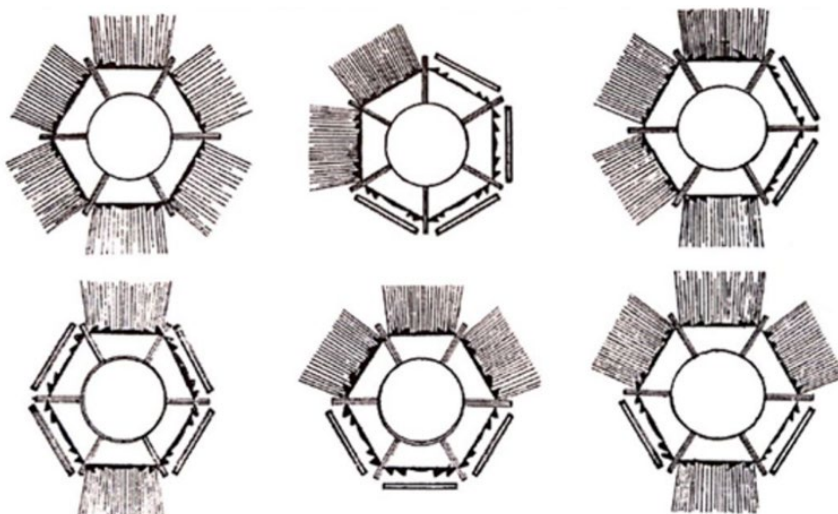


Fig. 7 Varianti luminose: lampi, gruppo di due, tre o quattro lampi.

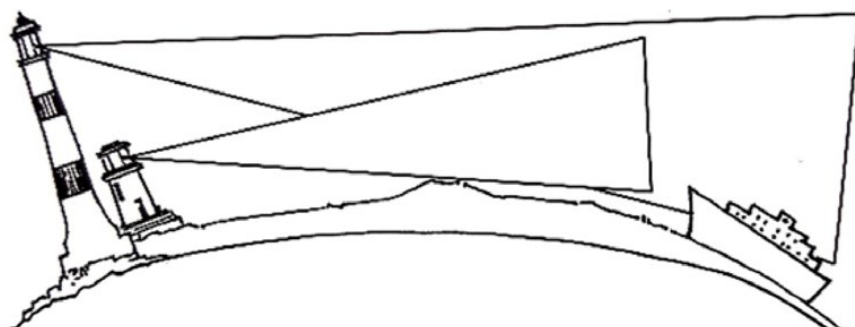


Fig. 8 Schema esplicativo della portata geografica in funzione dell'altezza dell'osservatore.

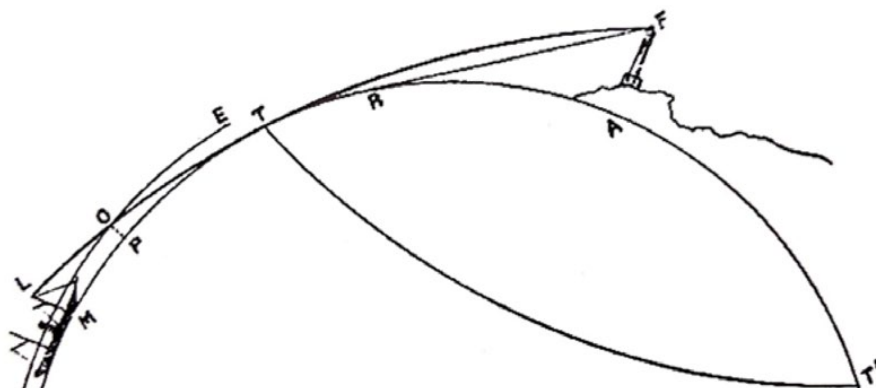


Fig. 9 Schema esplicativo della portata geografica in funzione dell'altezza dell'osservatore

Intermittente	Int. ...	int. ...	Occ.	Occ.	... Occ. Clign. ...	o. ...	Ubr. ...	Ubr. ...
A lampi	Lam. ...	lam. ...	Fl.	Fl.	Éclats ...	é. ...	Blz. ...	Blz. ...
A gruppi di n lampi	Grp. n lam. ...	lam. ...	Gp. Fl. (n)	Gp. Fl. (n)	Gr. n Éclats	n é.	Blz. Grp. (n) ...	Blz. Grp. (n) ...
A splendori	Spl. ...	spl. ...	Fl.	Fl.	Éclats ...	é. ...	Blk. ...	Blk. ...
A gruppi di n splendori	Grp. n spl. ...	spl. ...	Gp. Fl. (n)	Gp. Fl. (n)	Gr. n Éclats	n é.	Blk. Grp. (n) ...	Blk. Grp. (n)
Scintillante	Scint.	sc.	Occ. (Fl.)	Occ. (Fl.)	Scint.	sc.	Ubr. (Blz.)	Ubr. (Blz.)
Intermittente a gruppi di n eclissi	Int. ... grp. n ecl.	int. ...	Gp. Occ. (n)	Gp. Occ. (n)	... Gr. n Occ.	n o. ...	Ubr. Grp. (n)	Ubr. Grp. (n)
Intermittente a gruppi di n luci	Int. ... grp. n lu.	int. ...	Gp. Fl. (n)	Gp. Fl. (n)	Gr. n Clign. ...	n é.	Blz. (Blz.) Grp. (n)...	Blz. (Blk.) Grp. (n) ...
Intermittente a splendori	Int. ... spl.	int. ... spl.	F. Fl.	F. Fl.	Alt. Fixe... Éclats ...	... é. ...	Mi.	Mi.
Intermittente a gruppi di n splendori	Int. ... grp. n spl.	int. ... spl.	F. Gp. Fl. (n)	F. Gp. Fl. (n)	Fixe, Gr. (n) Éclats...	... n é.	Mi.	Mi.
Fissa a lampi	Fissa ... lam.	f. ... lam.	F. Fl.	F. Fl.	Fixe ... Éclats	f. ... é. ...	F. m. Blz.	F. m. Blz.
Fissa a splendori	Fissa ... spl.	f. ... spl.	F. Fl.	F. Fl.	Fixe ... Éclats	f. ... é	F. m. Blk.	F. m. Blk.

Fig. 10 Caratteristiche luminose di: Italia, Inghilterra, Francia, Germania.

dall'intensità della luce stessa, oltre che dalla visibilità meteorologica e dal posizionamento dell'osservatore. La portata geografica dipende direttamente dall'elevazione del faro e da quella dell'osservatore, tirando in ballo la curvatura terrestre¹⁸ (figg. 8, 9). La portata nominale, invece, è indipendente dalle condizioni atmosferiche ed è definita come la portata luminosa che il faro avrebbe in condizioni standard, con una visibilità meteorologica di almeno 10 miglia (fig. 10).

Infine, unitamente alle caratteristiche legate al periodo e all'eclissi dell'emissione luminosa, ricordiamo un ultimo sistema utile alla distinzione in mare dei segnalamenti luminosi prodotti dai fari: il colore. Esso rappresenta la terza "caratteristica contraddistinta del faro", è ottenuto mediante l'apposizione al sistema luminoso di filtri di vetro o plastica colorati di colore giallo, verde o rosso. Questo tipo di filtri sono dunque anteposti alle lampade previo potenziamento del sistema stesso d'illuminazione, rendendole maggiormente distinguibili nel contesto paesaggistico notturno. Le loro caratteristiche formali vengono riportate, per convenzione nautica, con l'annotazione: R; G; Y; W¹⁹.

In conclusione, tutte le caratteristiche elencate per l'invariabile del fascio luminoso permettono di distinguere e costituiscono la classificazione tecnica e tecnologica del faro nella sua configurazione notturna; un vero e proprio linguaggio comune costiero, composto da fasci luminosi, attraverso il quale

comporre, secondo una fitta rete, il tangibile e l'intangibile. Oggi, infatti, questo tipo di comunicazione s'indirizza sempre di più verso nuovi significati legati, oltre che all'aspetto funzionale, alla capacità di sviluppare narrazioni indirizzate alla valorizzazione architettonico-costiera dei luoghi. Si pone in campo, dunque, una necessaria rilettura del valore-utilità di queste architetture, verso la validazione nei modi di vita contemporanei²⁰.

La luce del faro si delinea dunque come un sistema aggiuntivo rispetto ai sistemi e alle apparecchiature odierne, seppur fondamentale nel caso di guasti o di mal funzionamenti. Per questo motivo, risulta utile ripensare al valore-utilità di queste architetture e alla loro luce come fonte di valorizzazione, una luce capace di riaccendere l'interesse nella cultura e nelle architetture costiere. In questo senso, come affermato da Anna Petino: «Se il mare comunque non ha perso il suo fascino, la speranza è che tutto il patrimonio dell'immaginario collettivo costruito anche intorno alle architetture dei fari, caratterizzanti le linee di costa di tutto il mondo, possa trovare memoria del riutilizzo di queste strutture, piuttosto che oblio e disprezzo associati a visioni di degrado e abbandono»²¹.

4.3. Il paesaggio

Lo studio dei manufatti costieri, e in particolare dei fari, accoglie a sé un'importante riflessione sul grande senso evocativo che questi esercitano sulla memoria di ciascuno di noi. Ogni identità costiera, infatti, accoglie a sé leggende, miti, storie antiche, il fascino di una realtà ignota. La riconnessione dei miti corrisponde alla riconnessione dei luoghi, alla realizzazione di una fitta trama che lega la storia al paesaggio, fondata su quella che è la visibilità, la temporalità e la narrazione²². L'occhio indaga in profondità l'ambiente circostante, per rivelare quelle che sono le relazioni e le trame dell'avvenire, vale a dire l'intreccio degli eventi accaduti in un luogo, quindi, i fatti che lo hanno determinato²³. Il susseguirsi degli avvenimenti crea scenari e paesaggi sempre nuovi da codificare²⁴: proiezioni immaginative, conoscenze storiche, suggestioni letterarie e figurative. È quello che secondo Morin con il suo *homme imaginaire*²⁵, alimenta le dualità, potenzia le connessioni, stimola l'unione tra reale e immaginario, tra paesaggio e folgorazione.

La funzione di racconto di un territorio e del relativo paesaggio è inestricabilmente legata e correlata all'esercizio della sua interpretazione, in un circolo virtuoso da cui discende la modalità di pensare quel territorio e di viverlo²⁶. La narrazione del paesaggio diviene e si sostanzia in un processo di reinterpretazione della realtà attraverso il racconto di storie orali, scritte e visive trascritte secondo l'arte della rappresentazione.

La rete del paesaggio diventa dunque un intricato organismo vivente composto da infinite arterie, vasi e capillari, attraverso i quali ri-connettere le coste, le città e il mare. Ma i paesaggi costieri non si identificano unicamente

come il rapporto geometrico intercorso tra la città costruita e il mare, rivestono bensì un ruolo fondamentale nella nascita e nello sviluppo del patrimonio culturale materiale e immateriale di questi paesaggi²⁷.

Ogni *waterfront* deve essere considerato, infatti, come un nodo multipolare in cui le vite individuali e le città s'intersecano con spazi sociali comunitari e con rive prossime, al fine di riconnettere il territorio mediante legami immateriali: questo perchè i waterfront sono i luoghi per eccellenza in cui si manifestano le culture, le economie e i caratteri propri degli insediamenti costieri²⁸. In città come Venezia, Genova, Napoli e Marsiglia è il paesaggio-waterfront a configurarsi come elemento strutturante e immaginario identitario, da considerare come fattore catalizzante per la riconnessione di culture e dei beni culturali, nella costante ambizione all'apertura verso il nuovo²⁹. È, infine, la comunità a generare i molteplici tasselli di un puzzle, pronti per essere inseriti in un territorio che diviene paesaggio non appena viene riconosciuto nei processi di trasformazione economica, sociale e culturale delle popolazioni³⁰.

Come accennato nel corso della trattazione delle invariabili associate alla linea di costa e del fascio di luce, il nodo multipolare costiero dove per antonomasia s'intersecano i legami e si chiariscono le geometrie sono proprio i fari, fulcro principale attraverso i quali analizzare le linee costiere, riconnettere i territori e, dunque, generare paesaggi conosciuti o inediti, reali o immaginati.

Nell'ambito dei paesaggi inediti e "immaginati", è infatti da sottolineare come oggi la comprensione dei fari e dei relativi paesaggi sottenda la considerazione di diverse scenografie, attraverso le quali fare ingresso in sempre differenti eterotopie³¹. In questo ambito, il faro diviene uno scrigno chiuso, in cui prendono forma storie e miti da interpretare attraverso la comprensione del loro paesaggio interno ed esterno, garantendo la loro riconnessione e valorizzazione. Qui, il mare, il paesaggio e le architetture costiere – associate rispettivamente alle invariabili della "linea di costa", del "paesaggio" e dei "fasci di luce" – si configurano come degli elementi uniti da un legame indissolubile, in un rapporto di vicinanza e prossimità dei luoghi.

Sin dal passato i Borboni, infatti, guardando verso le coste della Sicilia erano soliti riferirsi alle terre – in questo caso isolate – con la dicitura "di là dal faro". Questo perchè il faro rappresenta e ha da sempre rappresentato un universo a sé stante, un punto di riferimento cardine e cardinale attraverso il quale evidenziare il superamento di una linea di orizzonte che divide lo spazio conosciuto da quello misterioso, e di una linea zenitale che evidenzia i rapporti di proporzione e connessione³².

La linea di costa, la luce e il paesaggio restano ancora oggi i tre elementi cardine che compongono il riconoscimento dell'architettura costiera e la folgorazione di un orizzonte, elementi che fungono da collante dell'intorno e dei popoli, verso la duplicità dell'immagine e dell'essere, connessi in uno stretto legame tra l'essenza del faro-architettura e del paesaggio-orizzonte.

4.4. *Il colore: tra paesaggio e architettura*

Il colore, unitamente ai motivi e alla texture, è l'ultima caratteristica di questo viaggio lungo i percorsi percettivi del faro. Se nel corso dei precedenti paragrafi si è trattato del rapporto intercorso tra il faro e l'ambiente circostante – sintetizzato in tre caratteristiche “invariabili” quali la linea di costa, il fascio di luce e il paesaggio – in questo paragrafo si vuole analizzare la presenza del colore³³ come chiave di lettura estetica e percettivo/funzionale del faro e del paesaggio, totalmente distaccata dalle “variabili” e “invariabili” del faro. Qui il colore non diviene dunque un fatto esclusivamente oggettivo della manifestazione di una sfumatura cromatica su un elemento quanto più come rapporto intercorso tra il colore stesso e l'osservatore a livello estetico/ percettivo e funzionale³⁴.

In generale, in ambito percettivo, come sostenuto da Goethe, nessun colore può essere rilevato se non risulta essere circondato dal buio o da una luminosità più bassa, individuando proprio nel buio un ruolo attivo nella percezione³⁵. La quantità di luce/buio presente nell'ambiente diviene propedeutica alla percezione, strettamente connessa alla dualità percettiva, tra luce e buio. In questo senso, se da una lato l'aspetto diurno permette la percezione dei contrasti cromatici degli intonaci dei fari, dall'altro il buio notturno sottolinea e rende estremamente visibile la luce cromatica emessa dal faro³⁶.

Nel contesto notturno, la percezione va di pari passo con la comunicazione di segnalazioni e informazioni utili ai naviganti, in cui entrambi i linguaggi divengono fondamentali nonché strettamente connessi. I colori e le luci visibili nell'oscurità divengono l'alfabeto formale più conosciuto per la trasmissione d'informazioni: il verde e il rosso rappresentano i colori d'ingresso nei porti; il rosso e il nero trasmettono la presenza di un pericolo isolato; la luce rossa del faro avvisa della presenza di una secca; il colore giallo delle boe comunica la sussistenza di cavi sottomarini, ecc. La diffusione del colore va dunque estremamente di pari passo con la funzionalità del dato “luminoso”, attraverso il quale comunicare mediante un linguaggio non verbale con i naviganti.

Ma se da un lato la trasmissione di uno o più colori rappresenta la comunicazione di informazioni utili a costeggiare pericoli o a mantenere una navigazione sicura, dall'altro, l'uso delle stesse colorazioni rappresenta senza dubbio la trasmissione di un'estetica e di una simbologia comunicativa rintracciabile sia nell'organismo architettonico che nel paesaggio.

Più nello specifico, nella sua configurazione diurna, l'introduzione del colore sugli intonaci di queste architetture si deve probabilmente ad un evento casuale, per poi inserirsi, con il passare del tempo, nelle leggi che regolano la gerarchia e la comunicazione delle segnalazioni marittime (fig. 11). In questo contesto, la percezione del colore dei fari, e del relativo



Fig. 11 Il pattern dei fari: strisce bianche e nere; strisce bianche e rosse.

paesaggio, non deve essere intesa esclusivamente come mera raffigurazione del singolo corpo costituito da un colore, quanto più come percezione della spazialità circostante, in cui esso diviene «l'impalcatura fondamentale per la costituzione della cosa intera»³⁷.

In merito alla percezione, ricordiamo come sin dal medioevo i colori costituiscano un ruolo fondamentale nella rappresentazione di simbologie e virtù, privilegiando colori quali il bianco, il rosso, il verde e il nero. Nello specifico, la combinazione dei colori bianco e rosso, nell'estetica medievale, si configura come simbolo di compassione, il nero, che nel XV secolo, grazie a Johan Huizinga³⁸ perde la sua connotazione negativa e viene inserito tra i colori pieni utilizzati dai preraffaelliti, unitamente al blu, al verde, al rosso, al giallo e al bianco, verso una profondità di tono e di vicinanza alla natura. Il colore, dunque, ha da sempre assunto significati e utilizzi ben specifici, identificando in essi un linguaggio non verbale al servizio della comunità.

È con questa brevissima dissertazione indirizzata al colore presente tra il paesaggio e l'architettura che si vuole gettare un seme rispetto alle tematiche indirizzate allo studio e all'analisi del colore come linguaggio paesaggistico-costiero. In questo senso, infatti, se da un lato il colore dei fari connesso al linguaggio notturno si configura come una comunicazione chiara e definita, dall'altro, è innegabile come il linguaggio diurno sia strettamente legato a una comunicazione non verbale, in connessione con il paesaggio, argomentazione talmente vasta da necessitare di una trattazione a sè.

4.5. Motivi e pattern

I motivi e i pattern presenti nei fari del Mediterraneo, unitamente al colore dell'architettura e del paesaggio, si configurano come caratteristiche fondamentali per il riconoscimento dell'architettura da parte dei naviganti del mare e per la comprensione del rapporto tra la percezione e il motivo stesso (fig. 12). Il termine tessitura, o texture, con i contributi di Gibson e Julesz, può essere fatto riferire, a partire dagli anni '50 e '60, non solo alla materialità dell'elemento quanto più alla percezione che abbiamo dello stesso³⁹. In questo senso, per Gibson la percezione dello spazio visivo circostante non è altro che la percezione della totalità delle superfici circostanti attraverso il quale definire l'orientamento, la distanza e la dimensione degli oggetti⁴⁰. Al contrario, Julesz definisce la visione dei motivi/texture come attività di isolamento degli stessi nell'ambito della visualizzazione di una totalità, in virtù degli studi effettuati nell'ambito della sensibilità da parte del sistema visivo umano rispetto a specifiche immagini⁴¹. A prescindere dalla sensibilità e dalla percezione visiva indirizzata alla visualizzazione dei pattern, l'immagine si configura sempre come una forma di comunicazione, la più primitiva e immediata che l'uomo abbia mai utilizzato.



Fig. 12 Colori, pattern e texture dei fari italiani.

Nell'ambito dell'avvistamento marittimo è evidente come l'immediata e corretta visualizzazione del totem costiero diventi una tematica dalla cospicua importanza. In questo senso, è proprio la Gestalt a sottolineare come di un'immagine non riusciamo a percepire tutto, in quanto l'occhio umano è per sua natura portato ad organizzare ed elaborare le informazioni il più velocemente possibile. Attraverso una serie di rapidi movimenti involontari, l'occhio riesce a catturare una prima visione sommaria del paesaggio e dell'orizzonte, entrando solo successivamente nel dettaglio⁴². La visualizzazione di colori accesi, accostamenti cromatici netti e una geometria ben distinta risultano essere la chiave per una visualizzazione immediata del faro, unitamente a motivi, texture e pattern facilmente riconoscibili e distinguibili nel contesto paesaggistico, rapidamente decodificabili dall'occhio umano.

In questo senso, i pattern caratterizzanti i fari italiani e Mediterranei risultano essere molteplici, seppur contraddistinti da una notevole semplicità: dalle strisce bianche e rosse, passando per intonaci bianco ottico, o ancora bugnati e decorazioni audaci; casistiche ben precise e ricorrenti di colori e pattern che ne definiscono il paesaggio. Alla trattazione del colore unitario si accostano dunque tutte quelle combinazioni tra colori e texture capaci di rendere il faro unico e immediatamente riconoscibile agli occhi di chi lo osserva, dipinto da colori puri che si legano al paesaggio e ne divengono identità costitutiva.

Con l'esplicitazione dell'appena esposto doppio linguaggio comunicativo si è dunque voluto definire un apparato di tipo geometrico-percettivo propedeutico alla creazione di una metodologia replicabile fondata sulla categorizzazione, sulla semantica e sulla geometria del faro, quest'ultima intesa non solo come rapporto tra misure e proporzioni quanto più come sintesi di una configurazione estetica, storica e funzionale di forme caratterizzanti l'architettura e dunque il paesaggio.

Note

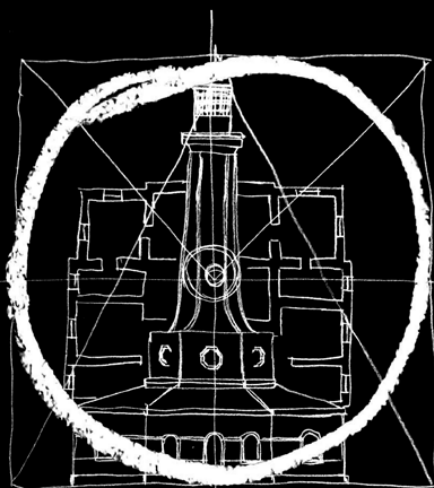
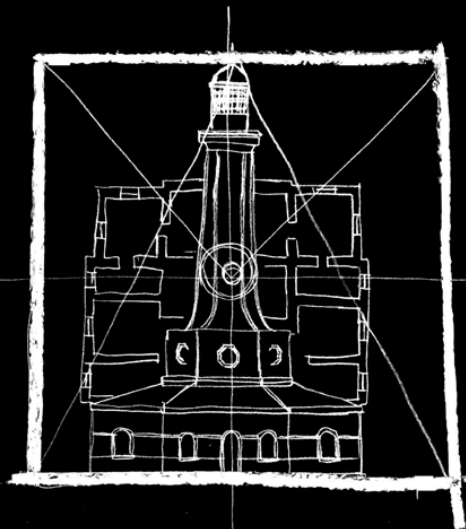
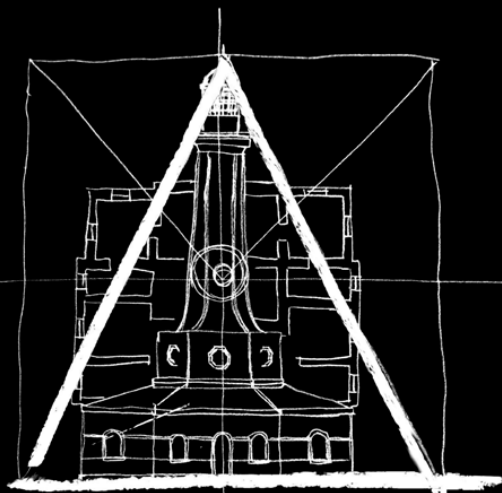
1. GARRONI EMILIO, *Immagine Linguaggio Figura: Osservazioni e ipotesi*, Laterza, Bari, 2005.
2. HOGARTH WILLIAM, *L'analisi della bellezza*, Aesthetica, Milano, 2001.
3. JACOB MICHAEL, *Paesaggio e letteratura*, Olschki, Firenze, 2005.
4. NUCIFORA SEBASTIANO, Sul limitare, in BARTOLOMEI CRISTINA, AMORUSO GIUSEPPE (a cura di), *L'architettura dei fari italiani*, vol. 4: Sicilia Alinea, Firenze, 2010.
5. FARAONE FRANCESCO, *Tecnica e funzionamento dell'ottica*, in Bartolomei Cristina (a cura di), *L'architettura dei fari italiani. The architecture of Italian lighthouses. Vol. 1: Mar Adriatico e Mar Ionio*, Alinea, Firenze, 2005.
6. PETINO ANNA, *Tecniche e tecnologie*, in FATTA FRANCESCA (a cura di), *Luci del Mediterraneo. I fari di Calabria e Sicilia*, Rubbettino, Reggio Calabria, 2012.

7. La curva di Von Koch appare per la prima volta nel 1904 su un documento dal titolo *Sur une courbe con tinue sans tangente, obtenue par une construction géométrique élémentaire*.
8. GIORGINI BRUNO, Spazio, CLUEB, Bologna, 1999.
9. CESARÒ ERNESTO, Opere scelte, Cremonese, Roma, 1964.
10. MANDELBROT BENOIT, THE FRACTAL GEOMETRY OF NATURE, W. H. FREEMAN AND CO, NEW YORK, 1982.
11. FATTA FRANCESCA, MARRAFFA ANDREA, PATANÈ CLAUDIO, *Geometrie dello sguardo nel paesaggio calabrese*, in NAVARRO PALAZÓN JULIO, GARCÍA-PULIDO LUIS JOSÉ (a cura di), *FORTMED2020, Defensive Architecture of the Mediterranean, Vol XI*, Editorial Universitat Politècnica de València, Valencia, 2020.
12. L'origine delle mappe è antichissima, risalente al VI secolo a.C., simbolo della necessità da parte degli uomini di riordinare gli spazi e/o i dati sconfinati mediante il disegno di forme geometriche e appunti di viaggio. BROTON JERRY, *La storia del mondo in dodici mappe*, Feltrinelli, Milano, 2013.
13. KHANNA PARAG, *Connectography: Le mappe del futuro ordine mondiale*, Fazi, Roma, 2016.
14. «All'apporto dello spazio circostante, terrestre o marino, che è la base della sua vita quotidiana, si sommano i doni del movimento. Più questo accelera, più tali doni si moltiplicano, manifestandosi in conseguenze visibili». BRAUDEL FERNAND, *Il Mediterraneo: lo spazio, la storia, gli uomini, le tradizioni, Bompiani*, p. 54, Milano, 2017.
15. «Per i tre continenti (che vi si affacciano) il Mar Mediterraneo è fattore di unificazione e il centro della storia mondiale. Qui c'è la Grecia, il punto luminoso nella storia. In Siria, Gerusalemme è poi il centro del giudaismo e del cristianesimo, a sud ovest sorgono La Mecca e la Medina, sede originaria della fede musulmana. Verso occidente si trovano Delfi, Atene, ancora più a Ovest Roma; inoltre giacciono sul Mediterraneo Alessandria e Cartagine. Il Mar Mediterraneo è, perciò, il cuore del Vecchio Mondo, è la sua condizione necessaria e la sua vita. Senza di esso sarebbe impossibile rappresentarsi la storia, sarebbe come immaginare l'Antica Roma o Atene senza il foro, dove tutti si radunavano». HEGEL GEORG WILHELM FRIEDRICH, *Lezioni sulla filosofia della storia*, vol. I, La Nuova Italia, p. 219, Firenze, 1998.
16. FARAONE FRANCESCO, *Tecnica e funzionamento dell'ottica*, in Bartolomei Cristina (a cura di), *L'architettura dei fari italiani. The architecture of Italian lighthouses. Vol. 1: Mar Adriatico e Mar Ionio*, Alinea, Firenze, 2005.
17. PETINO ANNA, *Tecniche e tecnologie*, in FATTA FRANCESCA (a cura di), *Luci del Mediterraneo. I fari di Calabria e Sicilia*, Rubbettino, Reggio Calabria, 2012.
18. È da ricordare come fino alla distanza di dieci miglia la curvatura terrestre possa essere considerata come assente. PETINO ANNA, *Tecniche e tecnologie*, in FATTA FRANCESCA (a cura di), *Luci del Mediterraneo. I fari di Calabria e Sicilia*, Rubbettino, Reggio Calabria, 2012.
19. Le lettere fanno riferimento rispettivamente ai colori rosso, verde, giallo e bianco. Per la propagazione della luce bianca non viene apposto nessun filtro sulla sorgente luminosa. È da ricordare come questo tipo di caratteristiche facciano riferi-

mento alla “Regione A” definita dal sistema di segnalamento I.A.L.A. (Association International de Signalisation Maritime), attraverso la quale l’organismo suddivide convenzionalmente il mondo in due “Regioni”. La Regione A, della quale fa parte il Mediterraneo, è caratterizzata da segnalamenti laterali rossi a sinistra e verdi a dritta. La Regione B, al contrario, prevede per i segnalamenti laterali il verde a sinistra e il rosso a dritta.

20. MONTELLA MASSIMO, *Valore e valorizzazione del patrimonio culturale storico*, Electa, Milano 2009.
21. PETINO ANNA, *Tecniche e tecnologie*, in FATTA FRANCESCA (a cura di), *Luci del Mediterraneo. I fari di Calabria e Sicilia*, Rubbettino, Reggio Calabria, 2012.
22. VENTURI FERRIOLO MASSIMO, *Percepire i paesaggi. La potenza dello sguardo*, Bollati Boringhieri, Torino, 2009.
23. TURRI EUGENIO, *Il paesaggio come teatro. Dal territorio vissuto al territorio rappresentato*, Marsilio, Venezia, 2011.
24. Turri pone l’uomo attore-spettatore come mediatore tra conoscenza e senso della memoria, di tutela e salvaguardia, di capacità di saper cogliere il senso che i paesaggi emanano. TURRI EUGENIO, *Il paesaggio come teatro. Dal territorio vissuto al territorio rappresentato*, Marsilio, Venezia, 2011.
25. Ovverosia l’individuo metà reale e metà immaginario.
26. POLLICE FABIO, *Capitale, territorio e la retorica della competitività*, in “Bollettino della Società Geografica Italiana”, Serie XIII, vol. VIII, 2015, pp. 417-429.
27. BOZZATO SIMONE, BANDIERA GIACOMO, *Paesaggi costieri della città del Mediterraneo, narrazioni di pietra e d’acqua*, Università La Sapienza, Roma, 2019.
28. VALLEGA ADALBERTO, *The coastal cultural heritage facing coastal management*, in “Journal of Cultural Heritage”, vol. 4, 2004, pp. 5-24.
29. GOVERNA JOHANN WOLFGANG, *Il milieu urbano. L’identità territoriale nei processi di sviluppo*, Codice edizioni, Torino, 1999.
30. OSTROM ELINOR, *Governing the Commons. The Evolution of Institutions for Collective Action*, Cambridge University Press, Cambridge, 2006.
31. FOUCAULT MICHEL, *Eterotopie*, Feltrinelli, Milano, 1998.
32. NUCIFORA SEBASTIANO, *Sul limitare*, in BARTOLOMEI CRISTINA, AMORUSO GIUSEPPE (a cura di), *L’architettura dei fari italiani*, vol. 4: Sicilia Alinea, Firenze, 2010.
33. È ormai noto come il colore, unitamente alla forma degli elementi, si configuri come una caratteristica fondamentale riguardo al peso di una composizione, di un’architettura, ecc. Il colore chiaro, nell’insieme di elementi, ha più peso dei colori scuri, come anche i colori freddi hanno meno peso rispetto i colori caldi. In questo contesto, non è il colore singolo a definire la gerarchia di lettura di un elemento quanto più la presa in esame della totalità gerarchica degli elementi. KLEE PAUL, *Teoria della forma e della figurazione. Vol. 1: il pensiero immaginale*, Mimesis, Sesto San Giovanni, 2009.
34. Come sostenuto da Plotino, l’occhio esiste ed è creato per essere proprio in funzione della luce. È dunque privo di senso studiare la luce e il colore in senso oggettivo senza prendere in considerazione la visione soggettiva dell’occhio. PLOTINO, *Enneadi*, in Faggin Giuseppe (a cura di), Bompiani, Milano, 2002.

35. «Il colore è interazione tra luce e oscurità: ogni colore è sempre è più chiaro della completa oscurità. Il colore è “valore d’ombra” rispetto alla luce ed è luce rispetto all’oscurità». GOETHE JOHANN WOLFGANG, *La teoria dei colori*, Il Saggiatore, Milano, 2014.
36. PIANA GIOVANNI, *Un’analisi husserliana del colore*, in “Aut Aut”, n. 225, 1966, pp. 1-12.
37. HUSSERL EDMUND, *Idee per una fenomenologia pura e per una filosofia fenomenologica*, Einaudi, Torino, 1965.
38. HUIZINGA JOHAN, *The waning of the Middle Ages*, Edward Arnold & Co., Londra, 1924.
39. GIORA ENRICO, *Texture appearance e percezione degli oggetti visivi*, in “Sistemi intelligenti, XXIII”, n. 3, 2011, pp. 469-484.
40. GIBSON JAMES, *The perception of the visual world*, Riverside press, Cambridge, 1950.
41. JULESZ BELA, *Texture and visual perception*, in “Sci Amer”, 212, 1965, pp. 38-48.
42. KANIZSA GAETANO, *Grammatica del vedere. Saggi su percezione e Gestalt*, Il Mulino, Bologna, 1997.



5. Geometria e forma: per una catalogazione semantica

Lo studio della storia dei fari ci consente di comprendere la loro evoluzione non solo dal punto di vista tecnico e tecnologico ma anche dal punto di vista architettonico-compositivo¹. In questo senso, ricordiamo come: «l'architettura possa essere intesa come la proiezione fisica a tre dimensioni di natura ottico-tattile, che si può abitare, del complessivo spazio a più dimensioni. Ma lo spazio reale dell'architettura cambia al variare di quello storico-evolutivo perché ciò che ha tre dimensioni, che si può misurare e che è abitabile, varia al variare della cultura che lo produce proprio perché nelle tre dimensioni viene proiettata una complessità spaziale enne-dimensionale (storica, sociale, economica, politica) che potremmo definire "culturale"»². Appare dunque evidente come la composizione geometrica del faro, come per tutte le architetture, risulti essere il frutto dell'evoluzione storica, politica, sociale ed economica di un territorio.

Nel corso del presente capitolo si vuole dunque esplicitare quelle che sono le caratteristiche geometriche e compositive dei fari e, analizzandone la ricorrenza, stabilirne una classificazione, attraverso il quale fondare la chiave di lettura e la struttura parametrica e ontologica.

Al fine di chiarire quella che da adesso in poi sarà la costruzione di una metodologia fondata su "variabili", risulta a questo punto propedeutico definire quanto precedentemente inteso con il termine "architettura caratterizzata". Con questo termine, infatti, utile a rendere la metodologia "replicabile" a diverse tipologie architettoniche, s'intendono tutte quelle architetture contraddistinte da caratteristiche geometriche e funzionali ricorrenti, tra le quali possono essere inserite alcune abbazie, basiliche, torri, etc.

La somministrazione della metodologia a differenti tipologie architettoniche è merito del processo metodologico adottato, fondato sulla categorizzazione e scomposizione architettonica in macro e micro elementi ricorrenti³, attraverso il

quale creare un modello valido per l'intero apparato architettonico "caratterizzato". In questo contesto, è però da sottolineare come ogni tipologia architettonica, seppur possa essere assimilata a un insieme di macro e di micro elementi ricorrenti specifici, non risulti essere avulsa dal contesto sociale e territoriale che la circonda, richiedendo uno studio *ex novo*. Quest'ultima, infatti, si definisce unicamente come riferimento al processo metodologico da applicare a differenti architetture, e non come una base pratica da utilizzare *as is*.

Nel caso studio dei fari – da questo momento in poi situati unicamente in Italia ma la cui scomposizione risulta essere totalmente coerente e attuabile a tutti i fari del Mediterraneo – è possibile individuare, infatti, degli elementi ricorrenti attraverso i quali comporre un "abaco semantico", fondamentale per l'ottenimento di un modello tridimensionale e di conoscenza utile alla rappresentazione tridimensionale/conoscitiva dell'architettura, indirizzata alla valorizzazione e alla disseminazione dell'architettura e del sapere⁴. Questo perchè, come asserito da Mario Docci⁵, è la rappresentazione stessa ad essere preda della scomposizione per parti costruttive al fine di comprenderne le relazioni, avvalorando il processo di analisi e di modellazione dell'architettura mediante suddivisione dell'architettura stessa. In questo senso, infatti, è innegabile come per la costruzione di un apparato analitico – sia esso indirizzato ad azioni di restauro, di disseminazione o di valorizzazione – il riordino delle singole parti dell'architettura, nonché delle loro relazioni di collegamento e connessione, si configuri come un processo necessario e validabile per tutte le tipologie architettoniche⁶.

È da sottolineare, infatti, come la scomposizione semantica delle architetture sia già una metodologia comune e praticata nel campo della rappresentazione, dello studio e della modellazione del patrimonio culturale, da attuare attraverso l'uso di differenti supporti tecnologici, in questo volume potenziata dalla codificazione, dall'assimilazione e dalla interoperabilità dei dati forniti dai supporti BIM e ontologici.

Come precedentemente asserito, al fine di procedere alla catalogazione semantica dello specifico caso studio e alla relativa applicazione tecnologica, risulta dunque necessario identificare, in primo luogo, le caratteristiche geometriche presenti nella tipologia architettonica presa in esame e, successivamente, categorizzarle in macro e micro categorie architettoniche, attraverso le quali inglobare la maggior parte delle casistiche presenti nel gruppo associato al caso studio.

Si vogliono dunque di seguito elaborare le geometrie oggetto dell'apparato compositivo architeturale del faro, dalla sua lettura in pianta – del quale possiamo distinguere strutture con elevazioni quadrate, ottagonali, cilindriche, ecc – alla relativa identificazione e caratterizzazione tridimensionale, mediante la distinzione di fari a torre, a blocco e su fortezza, attraverso le quali intercettare le variabili e invariabili del faro, chiave di lettura conclusiva della dissertazione categorico-tipologica.

La scomposizione semantica va di pari passo con quelle che si configurano come le geometrie primigenie, composte da linee spezzate o curve, generatrici della forma e della struttura compositiva di ogni elemento. A dare vita all'intero apparato geometrico è dunque la linea⁷, descritta da Kandinsky come un'entità invisibile, ovvero traccia del punto in movimento, distruzione del punto stesso, in continuo mutamento dallo statico al dinamico⁸. È proprio Kandinsky a

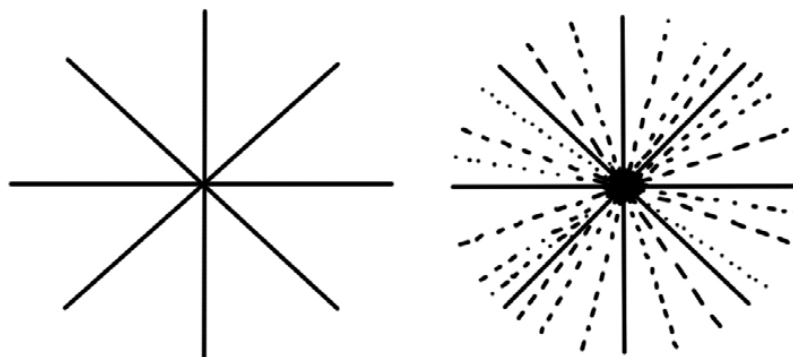


Fig. 1 Schema delle linee fondamentali e delle differenze di temperatura.

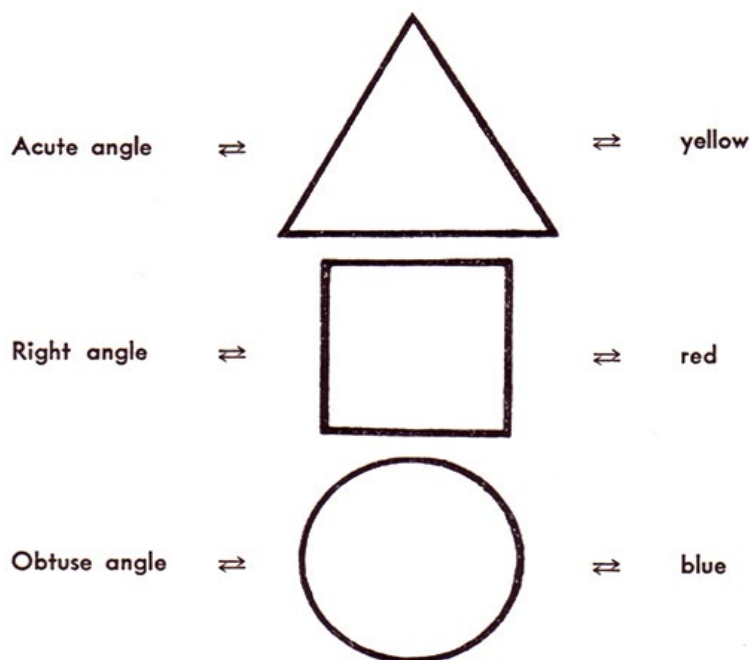


Fig. 2 Triangolo, quadrato, cerchio: colori e forme.

distinguere tre differenti tipologie di rette: orizzontale, verticale e diagonale. La linea orizzontale è la più semplice e corrisponde alla linea di superficie sulla quale si trova e si muove l'uomo. Quest'ultima, in unione alla linea verticale, forma un angolo retto, facendo mutare la piattezza in altezza. Infine, la linea diagonale si distacca dalle precedenti formando un'angolazione equa verso ambedue, rappresentando l'unione in egual misura (fig. 1)⁹.

L'unione e la combinazione di queste rette crea figure geometriche semplici, definendo a loro volta colori e significati associati alle singole rappresentazioni geometriche elementari. Si ricorda, infatti, come per Kandinsky ognuna delle tre geometrie fondamentali possa essere ricondotta ad angolazioni e specifici colori: il triangolo, formato da angoli acuti può essere rappresentato con il giallo; il quadrato, composto da quattro angoli retti può essere dipinto con il colore rosso; il cerchio, ovvero l'unione di innumerevoli angoli ottusi, può essere dipinto con il colore azzurro (fig. 2).

La seguente analisi geometrica del faro sviluppa e prosegue parzialmente tutte quelle teorie che si sono sviluppate nell'ambito della pittura, dell'architettura e del disegno, al fine di analizzare in maniera puntuale le specifiche geometrie pure che compongono le variabili dei fari. In linea generale, a livello geometrico e rappresentativo, l'architettura del faro, ancor prima di essere scomposta in differenti geometrie pure e categorie architettoniche, può essere fatta risalire e analizzata secondo l'intera consistenza architettonica. Si vuole sottolineare, infatti, come tutti i fari attraggano a sè assi di simmetria verticali, simbolo di un'architettura armoniosa, identitaria e riconoscibile rispetto a tutte le altre geometrie che compongono lo *skyline* territoriale. È proprio tale armonia a rendere la composizione del faro così affascinante agli occhi di chi lo ammira. In questo senso, l'alzato, e dunque il sistema lanterna-luce visibile in prospetto, rappresenta la perfetta sintesi di architettura, geometria e uomo, tematiche dall'elevato potenziale analitico, di seguito trattate in quanto propedeutiche all'esplicitazione delle variabili geometriche che lo costituiscono.

5.1. La geometria dei fari: il quadrato, il triangolo e il cerchio

La parola geometria, composta dal prefisso "geo" e da "metria", dunque "misura", è letteralmente "la misurazione della terra", ovvero la branca della matematica che si occupa dello spazio nel piano e delle relative relazioni, indicando una disciplina antica che può essere fatta risalire agli egizi. Erodoto, infatti, racconta di come, a causa dell'erosione dovuta alle piene del Nilo, la superficie delle proprietà terriere egiziane subissero costantemente variazioni di anno in anno, rendendo impossibile il calcolo ai fini fiscali; è la nascita di un bisogno indirizzato alla sperimentazione di tecniche efficaci per la misurazione della terra, dal quale ne deriva il significato¹⁰.

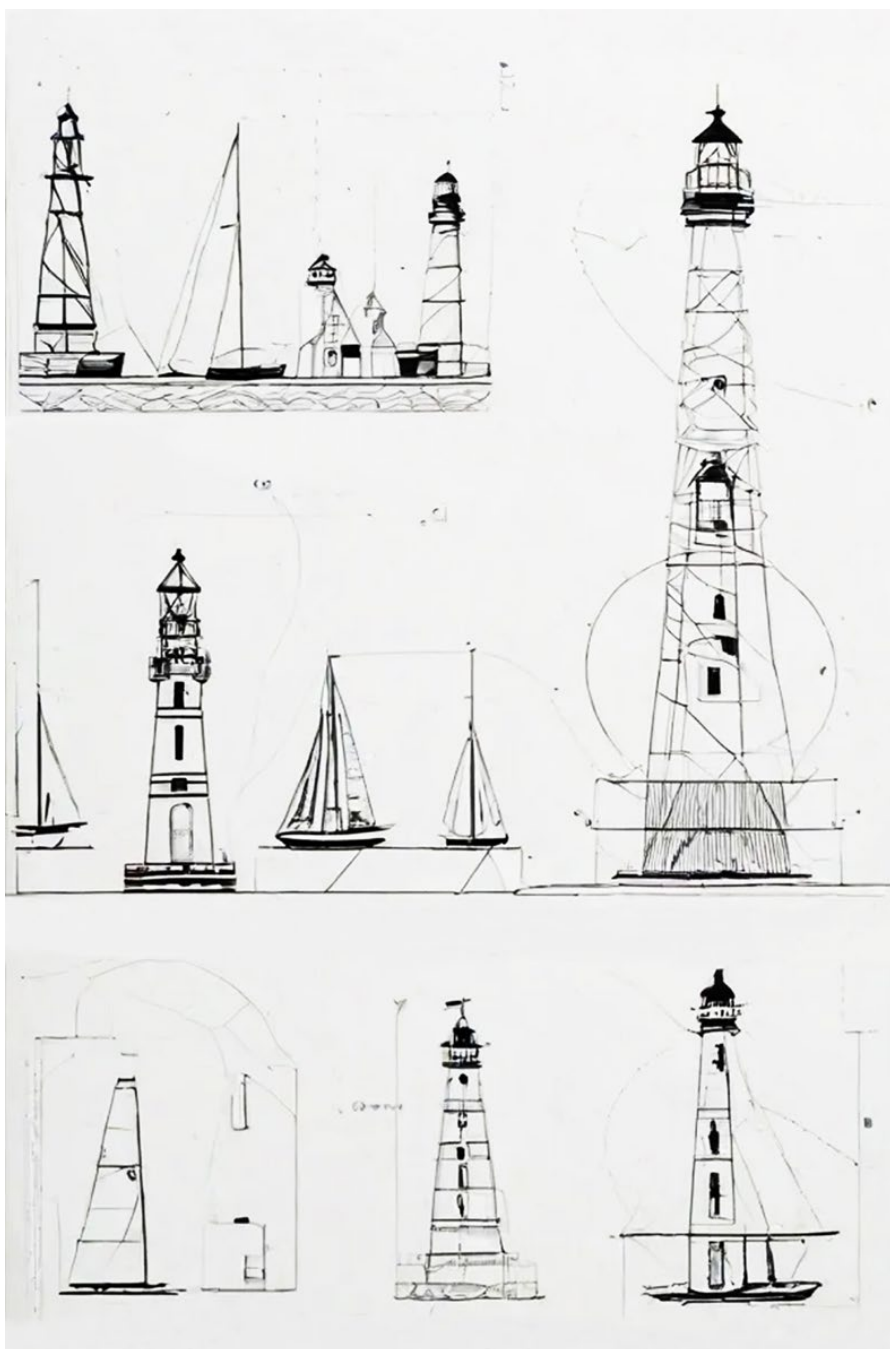


Fig. 3 Il faro: figure piane e astrazioni.

La geometria, oltre ad essere una disciplina antica, è uno dei sistemi filosofici più studiati e ricercati, capace d'interpretare il mondo che abitiamo e che percepiamo, diramata oggi in numerosissimi sotto-settori dai molteplici temi di ricerca e dagli altrettanti problemi aperti: una materia per la quale sviluppare continui avanzamenti scientifici e teorie.

Lo studio e la scienza geometrica non trovano la loro unica ragion d'essere nei problemi matematici e di descrizione scientifica. Infatti, i problemi che risiedono alla base delle regole geometriche sono il presupposto attraverso la quale intraprendere percorsi di studio e di analisi in moltissimi campi, come quello dell'architettura, dell'arte, del paesaggio, dell'urbanistica e della musica.

Rapporto geometrico per eccellenza è la simmetria, strutturatrice di regolarità e di ordine tra le parti. Attraverso la costruzione di geometrie semplici – quali il quadrato, il cerchio e il triangolo – è possibile analizzare su base matematica tutte le manifestazioni artistiche presenti in natura, alla ricerca di proporzioni e relazioni perfettamente in armonia¹¹. Come descritto da Le Corbusier, infatti, «I cubi, i coni, le sfere, i cilindri o le piramidi sono le grandi forme primarie che la luce esalta; l'immagine ci appare netta e tangibile, senza nessuna ambiguità. E per questo che sono forme belle, le più belle forme»¹². In questo senso, è attraverso la trattazione delle geometrie pure che si vogliono di seguito analizzare le caratteristiche armoniche e caratterizzanti dei fari, associando a ogni figura geometrica primaria uno specifico elemento del sistema architettonico del faro. Sarà poi l'insieme delle riflessioni poste in essere nell'ambito delle geometrie pure e delle categorizzazioni compositive formali dei fari a costituirsi come la base attraverso la quale procedere con la definizione delle variabili architettoniche, e dunque “materiali”, fondatrici della metodologia parametrica e ontologica.

Se da un lato la geometria risulta essere il presupposto scientifico alla trattazione e alla scomposizione materiale del faro, essa è anche l'unità di misura attraverso il quale perimetrare e definire i luoghi mentali e intangibili, rappresentati dai non luoghi¹³, capaci di rapportare l'architettura del faro a mille storie, scienze e modi di pensare. In questo senso, è proprio Albert Einstein a chiarire come, se si dovessero indagare solo spazi tangibili dello spazio, la geometria cesserebbe di essere una scienza “assiomatico-deduttiva” per tramutarsi in scienza naturale. È in questo senso che, nel corso della trattazione della composizione dei fari, le geometrie non vengono trattate unicamente come rapporti e relazioni di unità fisiche esistenti, ma anche come connessioni geometriche “visuali” e “visionarie”, attraverso le quali associare l'architettura del faro a geometrie intangibili dello sguardo (fig. 3).

In merito all'ambito riferito alla geometria “materiale”, ogni architettura armoniosa può essere ricondotta alla riconfigurazione e all'immaginazione della stessa mediante apposizioni e analisi di tipo geometrico-figurativo. Infatti, è ormai risaputo come i modelli geometrici più o meno complessi rappresentino un processo fondamentale per la creazione di architetture regolari e riconoscibili, mediante la quale generare una regolarità geometrica, principi fondamentali della teoria estetica classica greca del V sec. a.C., caratterizzata da simmetria e

proporzione. In questo senso, è Vitruvio che, nel secondo capitolo del primo libro del *De Architectura*, definisce la proporzione come *euritmia*, ovvero «quell'effetto gradevole, che risulta dalla facilità che si prova nell'abbracciare l'aspetto di un intero edificio e delle sue parti. Ha luogo un tale effetto, quando le parti dell'opera sono in rapporto tra loro, cioè l'altezza con la larghezza, la larghezza con la lunghezza, e che tutte le corrispondano all'insieme della simmetria, o proporzione generale». È da sottolineare infine come con il concetto di *euritmia* non si configuri come mera equazione di parità simmetrica del complesso architettonico, quanto più come un accordo tra i rapporti e le proporzioni dell'edificio.

In virtù di tali premesse, l'architettura del faro si presta in maniera ottimale ad un'analisi e a una scomposizione geometrica capace di spiegare il senso di armonia e di fascino emanato agli occhi di chi lo ammira, inserendosi in perfetta simbiosi tra architettura, uomo e paesaggio. In questo senso, la composizione architettonica del faro, infatti, può essere facilmente assimilata alle tre forme pure: il cerchio, il triangolo e il quadrato (fig. 4).

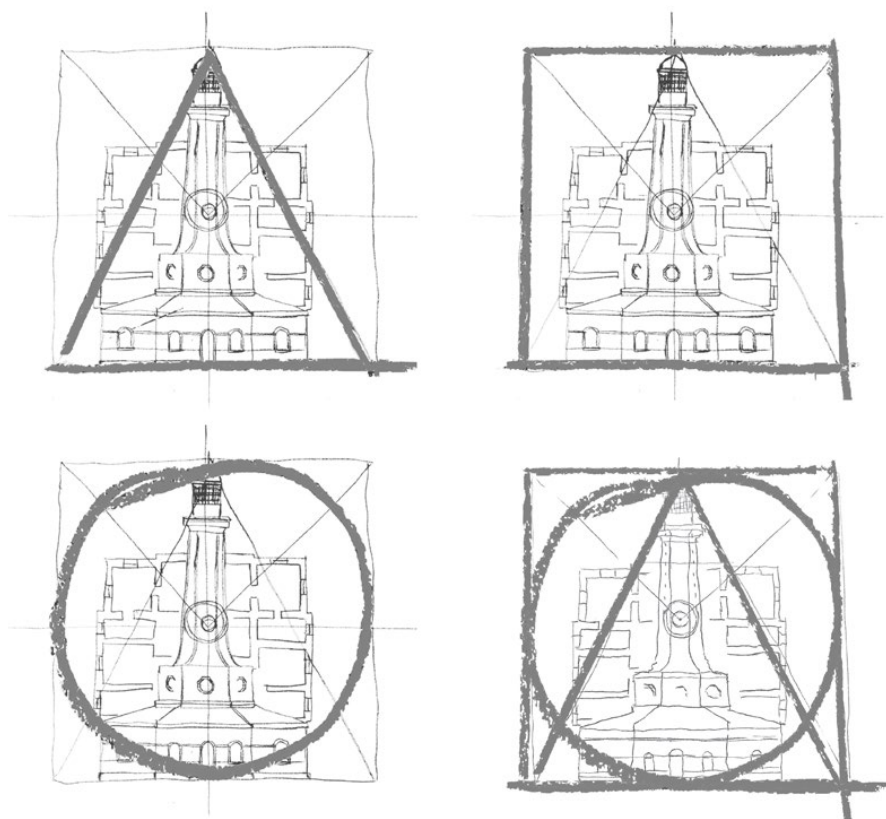


Fig. 4 Il faro: quadrato, cerchio, triangolo.

Si vuole di seguito dare spazio a tutte quelle riflessioni attinenti la geometria pura rapportata non solo rispetto agli aspetti estetico-filosofici, quanto più alla composizione del faro stesso in funzione dell'intrinseca armonia compositiva e al rapporto con il paesaggio che lo circonda. Come sostenuto da Max Bill, infatti, «forma è quel lo che incontriamo nello spazio. Forma è tutto quello che possiamo vedere. Ma quando sentiamo la parola forma o riflettiamo sul concetto di forma, esso significa per noi più di qualcosa che esiste per caso. Sin dall'inizio associamo al concetto di forma una qualità»¹⁴. Sono dunque proprio le forme elementari a stabilire relazioni tra molteplici capacità espressive, capaci di comunicare e interpretare la morfologia del territorio, la struttura e l'architettura¹⁵, alla ricerca di un tutto complesso e armonioso¹⁶. In tal senso, con la scomposizione e la trattazione del sistema-faro secondo geometrie semantiche semplici – in ogni caso sempre associate al tutto¹⁷ – non si vuole sminuire quella che è la struttura compositiva dell'edificio, intesa come organismo architettonico e come totem paesaggistico, quanto più ricercare una ricorrenza tra le parti, attraverso le quali sviluppare processi informativi atti alla creazione digitale e alla connessione informativa dei manufatti.

Il quadrato, unitamente al cerchio e al triangolo, si configura come una delle geometrie principali costituenti la teoria della composizione della forma. Questa figura, per la sua regolarità geometrica, si definisce come la base attraverso la quale instaurare procedimenti formali di creazione, scomposizione e analisi, merito dei quattro angoli di novanta gradi e dei quattro assi di simmetria, generatori di stagnazione, di stabilizzazione, ossia un senso statico e di arresto del movimento¹⁸. Se nella sua usuale conformazione di forma poggiata su di un lato trasmette un senso di staticità, poggiata su uno spigolo trasmette subito un senso di movimento dinamico, d'instabilità. Simbolo della terra – in quanto il numero quattro rappresenta proprio la consistenza terrena – il quadrato è per antonomasia la forma che “contiene”, da cui tutto nasce. Alto e largo quanto un uomo con le braccia aperte, il quadrato rappresenta l'idea di recinto, di casa, di paese. È proprio grazie alla sua geometria simmetrica e coerente che viene definito come una forma “giusta”, tanto da essere usata dai pitagorici come simbolo della giustizia¹⁹. Diviene giusta anche nel processo compositivo di creazione associata alle architetture e alle città di ogni epoca e di ogni stile²⁰ filtrate da uno scheletro armonico attraverso il quale ripartire la costruzione artistica²¹. In pittura, la forma quadratica, formata da quattro angoli retti uguali, può essere fatta risalire al colore rosso, composta da linee orizzontali e verticali, che la rendono una figura monolitica e al tempo stesso dinamica: da un lato la linea orizzontale, stabile sul terreno, dall'altro, la linea verticale, imponente nell'alzato (fig. 5). Nell'ambito della geometria applicata ai fari, il quadrato rappresenta la forma che più si distingue nelle piante di queste architetture. Enigmatico pur nella sua semplicità, esso può generare una serie di figure – dai rettangoli armonici alla sezione aurea – organizzate da rapporti matematici in grado di stabilire e ripartire destinazioni d'uso e configurazioni sempre differenti e armoniche.

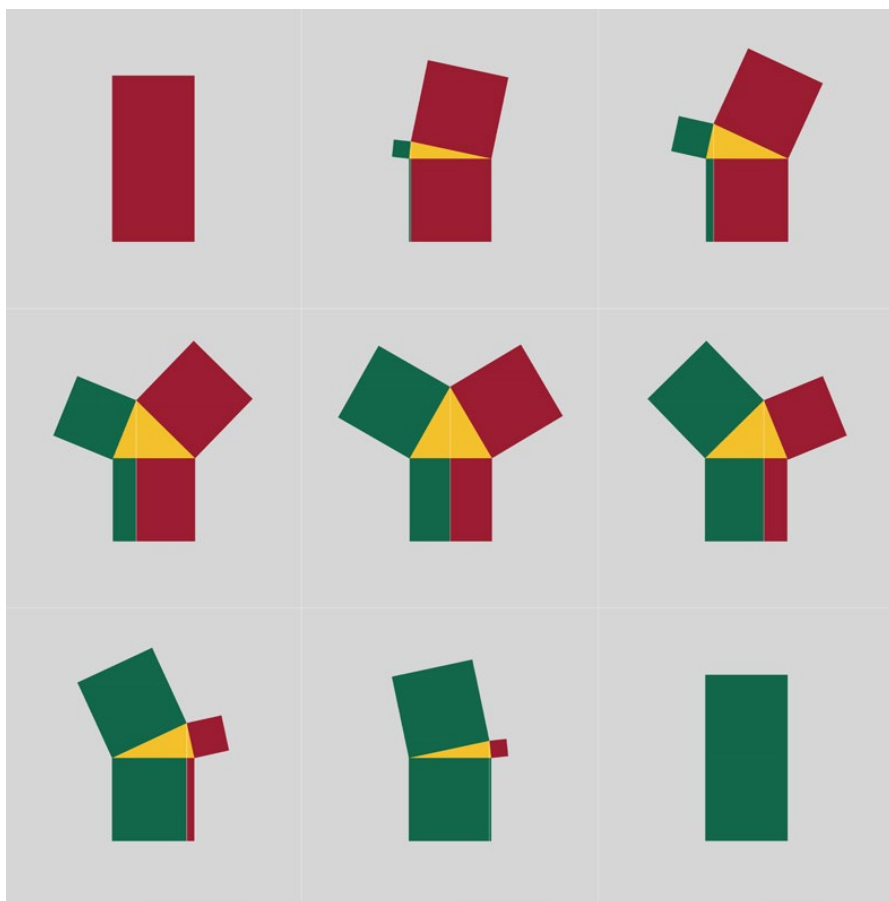


Fig. 5 Trasformazione del quadrato.

Nel contesto delle architetture costiere, la composizione secondo geometrie primarie si configura, oltre ad essere struttura generatrice di un'estrema armonia tra le parti, come tratto distintivo di ogni caso studio, da distinguere a notevole distanza dalla linea di costa. Le stabilità strutturale condiziona solo parzialmente la forma della struttura turrita del faro, definita principalmente dalla riconoscibilità dell'architettura.

Ciononostante, tale aspetto risulta comunque condizionare l'essenza statica dell'edificio, ed in particolare della torre di queste architetture. Per le torri di altezza elevata vengono infatti predilette sezioni di tipo ottagonale o circolare, spesso rastremate superiormente²²; per le torri di altezza modesta e di più recente costruzione²³ viene invece utilizzata la sezione quadrata in quanto non risulta possibile attuare la rastremazione della struttura, di fondamentale importanza ai fini statici oltre che per motivi di costruttivi.

Oltre che a livello strutturale, il quadrato diviene una forma dalle mille potenzialità compositive, in quanto frazionabile in sottomoduli, metodologia compositiva efficace da applicare alla progettazione dell'edificio-faro, sede dell'ufficio ma anche dell'abitazione del farista²⁴, composto da moduli capaci definire la struttura su doppi assi di simmetria, rendendo la ripartizione della superficie più semplice, soprattutto nel caso di convivenza di due o più faristi.

La pianta quadrata riesce dunque ad assicurare l'armonia e la funzionalità spaziale, garantendo simmetria ed estetica interna ed esterna, attraverso il quale ottenere scorci terracqueei sempre analoghi e affini da tutti i punti di fuga. La forma quadratica è dunque una delle fondamentali chiavi di lettura della geometria diurna di queste architetture, contraddistinte da forme turrette monolitiche a base quadrata, facilmente visibili in lontananza in tutte le condizioni meteorologiche, e da edifici "quadratici" armoniosi e funzionali.

Il triangolo rappresenta la forma più stabile simboleggiante nella tradizione pitagorica – in cui si manifesta come Tetraktys – l'ascesa dal molteplice all'Uno. Può essere inteso e immaginato nelle sue molteplici rappresentazioni geometriche, seppur il triangolo equilatero risulti essere in ogni caso il triangolo per eccellenza, immutabile e immobile nella sua forma.

Considerato nella sua essenza pura tetraedrica, il triangolo si configura come un simbolo essenziale, dotato del minor numero di angoli, presente in tutte le tradizioni come ritorno all'unità e al primordiale²⁵. In questo senso, nella cultura patriarcale, il triangolo rivolto con la punta verso l'alto rappresenta il fuoco, l'ascesi alla trascendenza divina, in contrapposizione al triangolo rivolto verso il basso, simbolo dell'umano e della natura¹⁹. Secondo l'interpretazione alchemica, nell'ordine delle figure chiuse, il triangolo s'inserisce a metà tra il quadrato e il cerchio, entità intermedia tra la sostanza astratta e la materia.

A caratterizzare questo tipo di figura geometrica vi sono senza dubbio i nodi, i punti dai quali la retta cambia direzione, formando la combinazione geometrica principale. I nodi, e dunque gli intrecci, sono relazioni capaci di legare o slegare gli elementi al fine di congiungere, connettere e incastrare due o più oggetti. Nel caso dei fari, il "nodo" si identifica nella lanterna, da ricondurre a un triangolo con la punta verso l'alto, guida notturna dei naviganti e, come menzionato precedentemente, "simbolo del fuoco". La lanterna, infatti, rappresenta il culmine nel prospetto di queste architetture, attraverso la quale connettere i territori secondo fasci di luce e raggi circolari a protezione della linea costiera: in questa connessione è dunque stretto il rapporto tra la linea e il raggio, tra la luce e la sua propagazione, tra il triangolo e il cerchio.

In questo senso, la figura geometrica del triangolo non risulta essere altro che il risultato della raffigurazione di cerchi a raggio variabile, legati da un rapporto geometrico direttamente proporzionale (fig. 6). Allo stesso modo, al triangolo presente nel prospetto dei fari, possono essere associati i differenti raggi di propagazione luminosa, in funzione dell'altezza del punto culmine del "triangolo", coincidente con la lanterna.

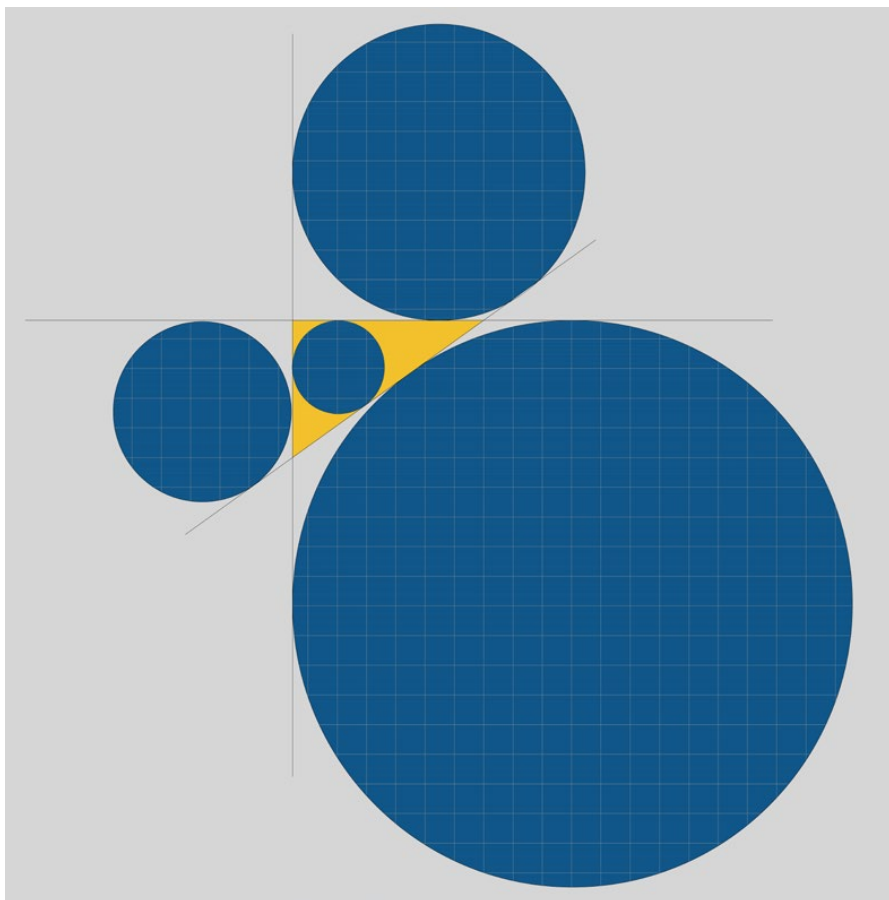


Fig. 6 Creazione di un triangolo mediante cerchi.

Alla figura geometrica dotata di angoli acuti quale è il triangolo, si affiancano quelle geometrie dotate di più sfaccettature – decagono, ottagono, dodecagono, ecc. – forme geometriche che contraddistinguono la torre del faro in pianta, caratterizzandone la volumetria in prospetto. È, infatti, nella sezione in pianta che ricorrono quelle geometrie complesse, dotate di più angoli acuti, che danno vita agli innumerevoli totem identificativi della costa, estremamente riconoscibili anche da lunghe distanze.

Ma se il quadrato è legato all'uomo e il triangolo all'ascesa verso l'Uno, il cerchio ha invece relazioni divine: rappresenta, infatti, ancora oggi, l'eternità, non contemplando né un principio né una fine²⁶. Data l'assenza di spigoli o angoli, questa figura geometrica rappresenta l'armonia e l'uguaglianza dei principi, simbolo di uniformità, di eternità, nonché di sostanza immutabile, associato alla ciclicità del tempo, ovvero una successione invariabile e continua di

secondi identici tra loro²⁷. Il cerchio può essere infine ricondotto al punto, entità “invisibile” e “immateriale”, dalle caratteristiche astratte e dalle dimensioni variabili nel tempo. All’applicazione di una forza esterna verso qualsiasi direzione, il punto muta in retta, definita dunque da una direzione e da una tensione: è all’infittirsi di quest’ultime che si viene a creare una ‘stella’ sempre più fitta, le cui intersezioni formano un centro sempre più denso, nella quale si configura e cresce il punto materiale²⁸.

Se la rappresentazione del punto, nella sua composizione millimetrica, può essere fatta risalire all’arte della scrittura, il cerchio e il relativo punto materiale trovano uno dei suoi più affascinanti sviluppi e raffigurazioni nell’architettura dei fari. In questo senso, il cerchio può essere rintracciato nelle piante di queste architetture, nonché nella planimetria a scala vasta, ponendo in una fitta relazione il faro, il paesaggio e i fari limitrofi. Se in pianta il cerchio rappresenta una delle sezioni più comuni appartenenti alla geometria turrata del faro, in planimetria tale rappresentazione geometrica muta di significato, modificando la sua unità di misura e scala dalla dimensione architettonica a quella visivo-luminosa.

La correlazione visivo-luminosa appartenente all’insieme dei fari situati nella medesima linea di costa è, infatti, estremamente connessa alle tematiche filosofiche legate alla rappresentazione dei centri di forza e delle unioni. In questo senso ogni faro può essere assimilato ad una monade²⁹, vale a dire un’entità semplice e indivisibile caratterizzata da centri di forza costituenti l’universo (fig. 7). È la stessa monade che, in fisica, risulta essere costituita dall’unione delle numerosissime molecole che compongono un sistema più complesso, mutando dunque la consistenza del singolo elemento e la rispettiva connessione degli elementi simili tra loro.

Allo stesso modo, il faro-monade dialoga con il territorio circostante attraverso l’intersezione di raggi e di linee, nella quale il fulcro converge sempre con la lanterna e con il centro del faro, inteso come architettura e cuore pulsante del cerchio e delle relative rette di connessione. L’emissione luminosa della lanterna del faro emette dunque un raggio scintillante capace di coprire e proteggere l’intera superficie delle coste mediterranee (fig. 8), secondo portate e sistemi di

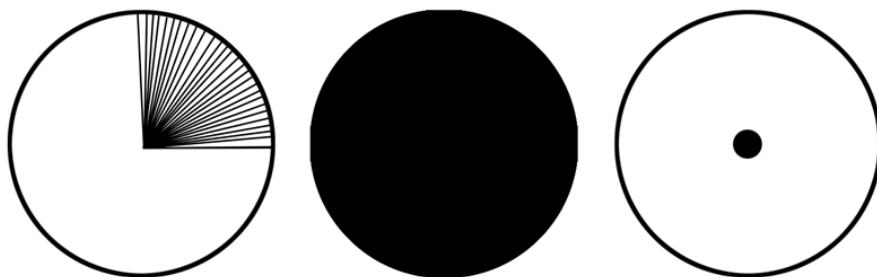


Fig. 7 Addensamento di rette su cerchio; risultato dell’addensamento di rette; la Monade.

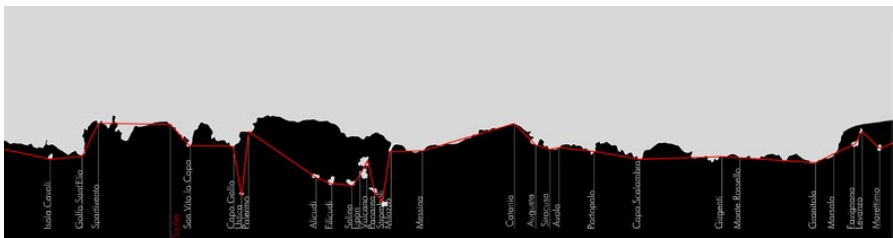
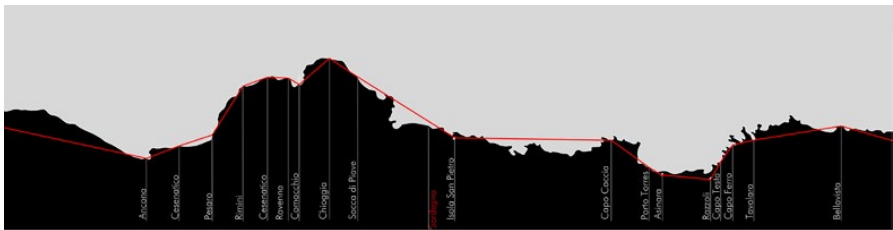
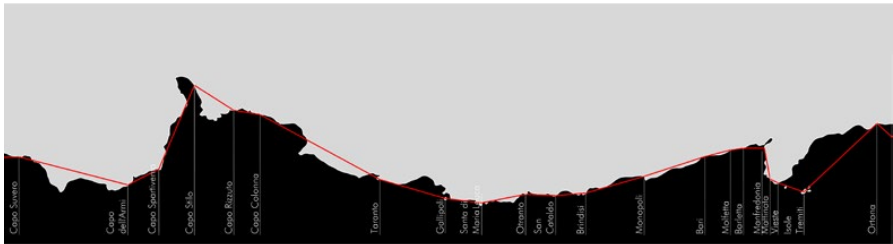
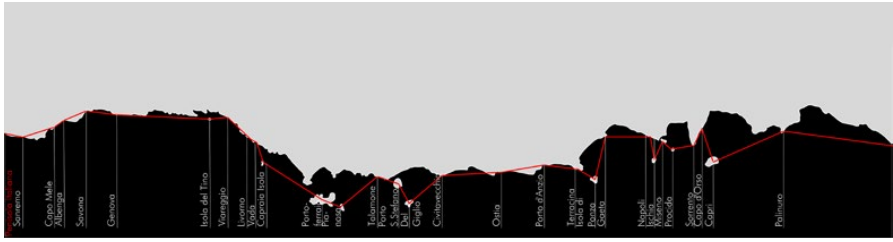


Fig. 8 Srotolamento della costa Italiana attraverso punti notevoli.

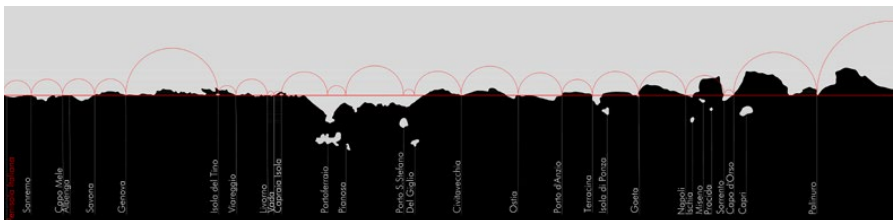


Fig. 9 Raddrizzamento della costa: linee e moduli.

lampi ed eclissi differenti. In associazione all'architettura vi è il territorio, ossia la costa che, attraverso l'utilizzo del cerchio come modulo luminoso, si dispiega sino a giungere alla rettifica delle rette di giunzione dei segmenti che uniscono i differenti fari in un'unica linea orizzontale, attraverso la quale stabilire moduli circolari (fig. 10), vale a dire il "passo strutturale" esistente tra le differenti "luci". In definitiva, l'analisi e lo studio della linea geometrica applicata ai fari si configura come lo strumento attraverso il quale proporre un'interpretazione parzialmente astratta e in parte reale, da associare alle differenti tipologie compositive "canoniche" di seguito trattate in modo puntuale, contraddistinte in ogni caso da rapporti di armonia, simmetria, riconoscibilità e stabilità.

5.2. Classificazione tipologica dei fari

Lo studio formale delle figure piane essenziali rappresenta il presupposto attraverso il quale sviluppare un percorso di conoscenza indirizzato alla comprensione geometrica e alla successiva classificazione semantica dei fari presenti nell'area Mediterranea. Oltre all'associazione di geometrie pure (figg. 10, 11), la propedeutica e necessaria ricognizione di queste architetture passa necessariamente per l'identificazione e l'analisi delle categorie compositive e formali esistenti, tra le quali ricordiamo: l'edificio a blocco basso; l'edificio a blocco medio; l'edificio a blocco alto; la torre bassa; la torre media; la torre alta; la torre su fortezza e a traliccio.

Più nello specifico, è evidente come l'apparato architettonico sia estremamente influenzato dal paesaggio che lo circonda e dalla funzione abitativa da assolvere, oltre che dalle annesse questioni legate alla stabilità della struttura. Se l'altezza della torre dipende esclusivamente dall'altitudine costiera nella quale è ubicata la struttura turrita – a una torre bassa corrisponde un'elevata altezza sul livello del mare, mentre a una torre alta corrisponde una modesta, o assente, altezza sul livello del mare – l'altezza dell'edificio non dipende da fattori esterni di avvistamento, quanto più all'utilizzo del faro da parte dei guardiani³⁰.

Riprendendo il concetto di categorizzazione compositiva, è ormai assodato come le strutture in muratura costituenti l'edificio e la torre costituiscano un vasto seppur ben definito apparato tipologico compositivo dei fari antecedenti gli anni '70. Da questo momento in poi, infatti, complici le nuove tecnologie di automatizzazione, il piano di costruzione dei fari subisce un netto arresto, cedendo il passo alla realizzazione di fari su tralicci metallici, dal minor dispendio economico e dalla più semplice manutenzione, a discapito dell'estetica compositiva. Tale battuta di arresto si configura come l'opportunità per la definizione di un arco temporale specifico e definito attraverso il quale proporre una categorizzazione architettonica sempre valida nell'ambito di studi, analisi e ricerche.

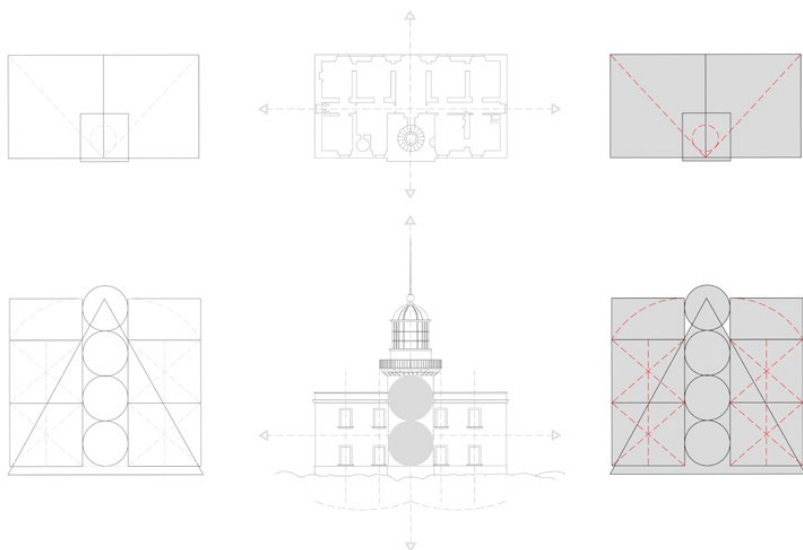


Fig. 10 Il faro di Capo Palinuro: analisi geometrica.

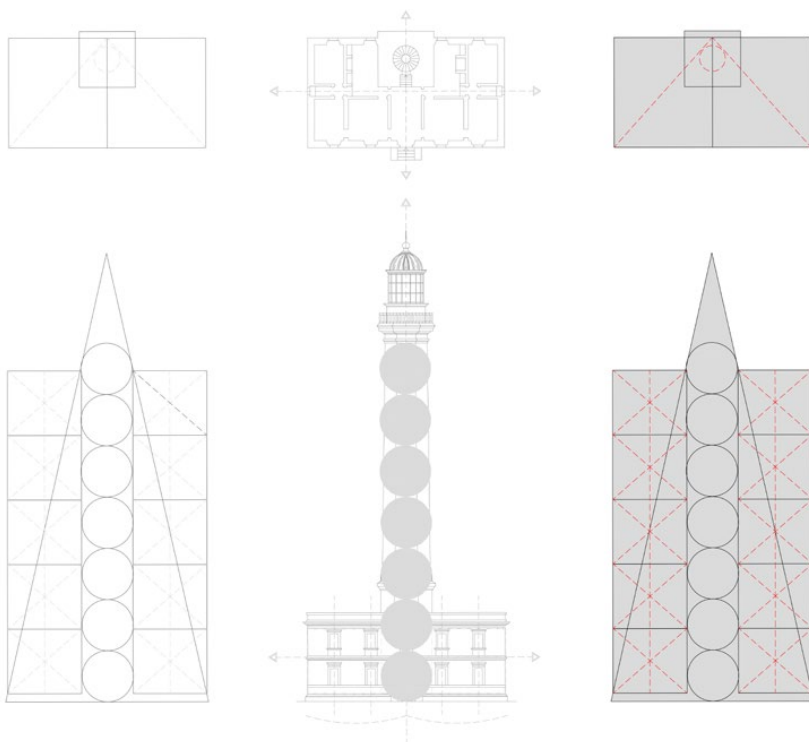


Fig. 11 Il faro di Santa Maria di Leuca: analisi geometrica.

Il sistema-torre dell'architettura del faro rappresenta la componente fondamentale, utile alla corretta propagazione dell'emissione luminosa. Esso, infatti, sorregge la lanterna, ovvero la gabbia ospitante il dispositivo ottico, responsabile della propagazione del fascio di luce, nonché una delle tre macro variabili semantiche costituenti il sistema-faro, meglio definite nei prossimi capitoli. In quanto sistema a sostegno dell'apparato luminoso, la struttura turrita rappresenta una componente sempre presente nei fari e nei fanali, siano essi in muratura o in acciaio. Quest'ultima tipologia si configura spesso come una variabile ricorrente nel caso di fari costruiti dagli anni '70 in poi, in conseguenza all'abbandono delle reggenze da parte dei faristi.

Come per le strutture turrite annesse all'edificio, il faro a torre "autonomo" risulta essere generalmente costruito in conglomerato cementizio armato o muratura di pietra, materiali molto usuali e utilizzati per tutte le tipologie e categorie costruttive costiere. La sezione della torre isolata è quasi sempre trococonica³¹, contraddistinta all'esterno da un paramento di colore bianco o a strisce bianche e rosse, utili a segnalare la presenza di eventuali pericoli, agevolandone l'avvistamento³².

L'accesso alla lanterna avviene, nella quasi totalità dei casi, mediante scale elicoidali – seppur siano presenti scale in linea come nel caso della lanterna di Genova – in muratura o in calcestruzzo armato, le cui pedate e alzate dipendono dall'altezza della torre, da distinguere in torre bassa, media e alta. L'accesso all'apparato luminoso avviene, infine, come per tutti i fari, attraverso scale interne metalliche a pioli.

Se le torri compenetrano nel corpo dell'edificio sono per lo più situate in prossimità degli insediamenti cittadini, al contrario, i fari caratterizzati da torri autonome e/o isolate sono spesso situati su penisole, scogli e isolotti dai quali sveltano verso altezze variabili, in base alla classificazione della struttura turrita appena proposta: inferiore ai 20 metri per le torri basse; tra i 20 e i 30 metri per le torri medie; oltre 30 metri per le torri alte³³.

Nell'area Mediterranea, territori come l'Albania, Cipro, Grecia, Malta, Marocco, Tunisia, Turchia e Croazia accolgono a sé numerose costruzioni a torre isolata di tipo basso, trovando in Italia pochi e rari esempi appartenenti a tale categoria, tra i quali ricordiamo i fari di: Strombolicchio (SR), Porto Maurizio (IM); Punta Vagno (GE); Secche della Meloria (LI); Scoglio d'Africa (LI) e Licosia (SA). Le torri isolate di altezza media, invece, costituiscono una buona parte dei fari di tutti i paesi mediterranei, nello specifico di Francia, Libia, Spagna e Italia tra i quali ricordiamo i fari di: San Vincenzo (NA); Barletta (BA); Molfetta (BA); Scoglio Porcelli (TP).

Infine, i fari a torre isolata alta rappresentano solo un'eccezione costruttiva, in quanto più dispendiosi economicamente e meno stabili, da realizzare unicamente in funzione alla collocazione geografica della struttura, alla portata del faro, al punto di avvistamento e alla curvatura terrestre. Ciononostante, si definiscono come una tipologia particolarmente utilizzata in Croazia, seppur

presente anche in paesi quali Egitto, Francia, Spagna e Italia, quest'ultimo contraddistinto da torri considerevolmente alte quali i fari di: Murano (VE); della Vittoria (TS); Lanterna di Genova (GE); Viareggio (LU); Livorno (LI); Capo San Vito (TA); S. Andrea di Gallipoli (LE); Capo S. Maria di Leuca (LE); Torre Canne (BR); San Cataldo (BA); Punta Penna (CH); San Benedetto del Tronto (AP); Ravenna (RA); Punta della Maestra (RO); Piave Vecchia e San Giacomo (LI).

I fari "a blocco con torre" (fig. 12) presentano invece un blocco di servizio a uno, due o più piani, spesso compenetrato dalla torre, quest'ultima posizionata sull'asse di simmetria, ad angolo, sul fianco o distaccata totalmente dall'edificio. La dimensione dell'edificio non risulta essere condizionata dall'altezza della torre o dalla collocazione del faro stesso in quanto dipendente esclusivamente dalle necessità di reggenza e manutenzione. Ciononostante al fine di mantenere un'armonia e proporzione compositiva, la torre bassa è spesso accompagnata da edificio a un livello, una torre media o alta, invece, è frequentemente collocata su edifici a due o più livelli, seppur quest'ultimi siano molto rari: tra questi ricordiamo lo storico faro italiano di Porto Corsini (RA)³⁴.

I materiali da costruzione delle reggenze, come per le torri, risultano essere fortemente influenzati dalla reperibilità in loco dei materiali stessi, seppur si possa affermare come essi siano costruiti per lo più in muratura, in pietra o calcestruzzo armato, tinteggiati esteriormente di bianco/panna, a strisce bianche e rosse, a strisce bianche e nere o totalmente rossi. L'ingresso alla lanterna, come detto, avviene percorrendo la scala a chiocciola posta all'interno della struttura turrata, in questo caso compenetrata all'edificio stesso, composta da elementi in pietra, come nel caso delle strutture turre isolate.

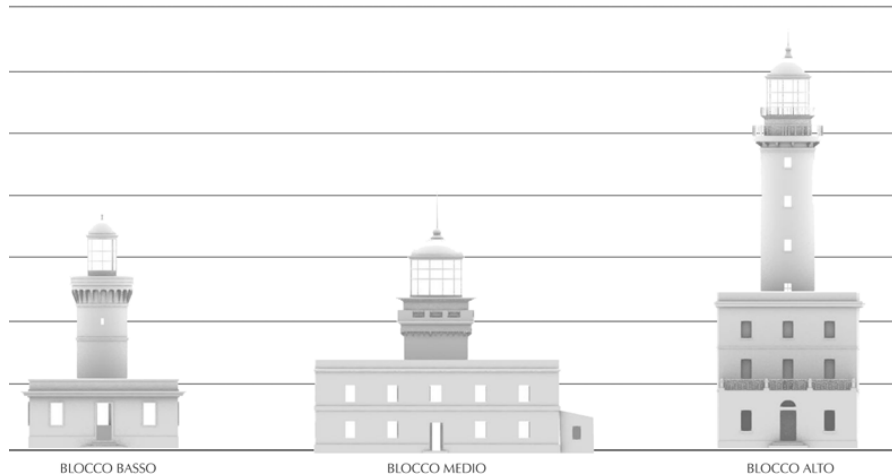


Fig. 12 Classificazione dei fari: blocco basso, medio, alto.

Sono proprio gli elementi in pietra a caratterizzare l'equilibrio statico della struttura, costituita da gradonate composte da un unico blocco di pietra³⁵ e incastrate all'interno del pilastro posto al centro del sistema di distribuzione verticale. Sempre in ambito statico, è da precisare come per ragioni costruttive e di stabilità, nel caso di compenetrazione con l'edificio, la torre viene costruita spesso aggettante rispetto al paramento murario dell'edificio o, al contrario, in posizione arretrata rispetto allo stesso.

Seppur l'edificio rappresenti una struttura di fondamentale importanza per lo svolgimento delle funzioni di manutenzione della torre, a causa delle sue dimensioni ridotte non riesce spesso ad imporsi nel paesaggio quanto la struttura turrita, vero *landmark* costiero. Il posizionamento della torre (fig. 13) rispetto all'edificio rappresenta dunque uno degli aspetti fondamentali per l'analisi compositiva architettonica, definendo non solo il paesaggio circostante ma anche tutti i rapporti di simmetria e armonia presenti nell'edificio.

In questo senso, la torre collocata lungo l'asse di simmetria dell'edificio corrisponde a una casistica molto comune appartenente ai fari Italiani e Mediterranei, progettata per essere monolitica, esterna rispetto all'edificio oppure inglobata allo stesso³⁶. La localizzazione della struttura turrita rappresenta una scelta fondamentale per la staticità e la disposizione interna dell'edificio, attraverso il quale garantire uno schema distributivo simmetrico, lineare e razionale. Soluzione poco usata è invece il posizionamento della torre lungo i due assi di simmetria dell'edificio, posta dunque esattamente al centro del corpo architettonico, garantendo la creazione di due alloggi perfettamente speculari.

La torre posta lateralmente, a differenza della soluzione lungo l'asse di simmetria, è certamente un'impostazione meno comune in quanto fortemente vincolante rispetto la distribuzione degli ambienti interni all'edificio. Questa



Fig. 13 Classificazione dei fari: torre bassa, media, alta.

soluzione deriva dalla necessità di progettare un fabbricato dalle dimensioni più contenute, conseguenza spesso di un'ampiezza del sito di costruzione limitato o impervio. Come nel caso della torre disposta lungo l'asse di simmetria, la torre posta su un fianco può presentarsi inglobata alla struttura, totalmente indipendente oppure parzialmente connessa ad essa attraverso scale esterne. Ne costituiscono un esempio i fari italiani di: Marina di Carrara; Capo Miseno; Portofino³⁷.

La torre collocata su un fianco è, invece, la soluzione meno frequente, scelta in base alla presenza di una particolare orografia del territorio o per innalzare la fonte dell'emissione luminosa rispetto a una torre già esistente, ricorrendo dunque a una nuova struttura da affiancare all'edificio³⁸. A differenza dei fari con torre disposta lungo l'asse di simmetria e con torre angolare, la torre laterale si presenta esclusivamente come struttura indipendente, la cui altezza può essere ugualmente categorizzata in bassa, media o alta. Per questa tipologia ricordiamo i fari italiani di: Capo Rossello; Pantelleria; Sciara Biscari; Marsala; Molo di Ponente; Isolotto Forica, Capo Faro; Punta Omo Morto; Capo Milazzo; Brucoli; Marina di Ragusa.

In definitiva, il faro a blocco con torre si configura come una tipologia caratterizzata da uno schema ricorrente e performante sia dal punto di vista funzionale che estetico. Come per la torre isolata, questa tipologia compositiva "canonica" accoglie spesso a sè, salvo poche eccezioni denominate di seguito "non replicabili"³⁹, delle caratteristiche comuni e ricorrenti rintracciabili nella quasi totalità dei fari italiani e Mediterranei, chiave di lettura della metodologia proposta: è il caso delle variabili replicabili del "sistema faro", verso la definizione di una nuova tipologia di scomposizione.

I fari su fortezze o su torri di avvistamento sono infine degli elementi architettonici dall'alto valore culturale in quanto associate a strutture storiche antiche e di altissimo valore compositivo e monumentale. In queste costruzioni, i fari contribuiscono alla continua manutenzione dell'edificio-monumento, preservando le strutture originarie e riducendo al minimo le modifiche necessarie all'adempimento del nuovo utilizzo, come nel caso dei fari di: Forte Stella sull'Isola d'Elba; Forte La Rocca; Castello Alfonsino a Brindisi; Punta San Raineri; San Venerio presso l'Isola del Tino; Capo Focardo sull'isola d'Elba; Talamone; Castello sull'Isola d'Ischia; Torre del Soffio.

Ma a cosa si deve l'intensa presenza di queste torri e perchè la scelta di adibire a faro queste architetture rappresenta una decisione funzionale e coerente? Com'è noto, conseguentemente alla caduta di Costantinopoli del 1453, al fine di contrastare l'avanzare della conquista ottomana dell'occidente, vengono edificate numerosissime strutture difensive lungo gran parte della costa del Centro e del Sud Italia. Lo scopo ultimo è quello di creare una rete di avvistamento capace di coprire l'intero territorio dagli attacchi, organizzando una tempestiva linea di difesa. Al fine di garantire una rete efficace ed estesa lungo tutto il territorio, il Governo spagnolo fa dunque costruire delle torri lungo tutta la costa Adriatica e Tirrenica, utili all'avvistamento di navi sospette, sia di giorno che di notte. Con il passare del tempo, le strutture di avvistamento divengono prive di funzione ed

utilità, con il conseguente ammaloramento delle strutture, seppur di alto valore artistico. Di pari passo con il declino architettonico di queste architetture, è nel IX secolo d.C. che, a causa dello sviluppo tecnologico, si assiste al corrispondente decadimento del faro e della relativa valenza architettonica: il risultato è l'installazione delle lanterne sulle torri o sulle fortezze già esistenti, ricongiungendo la storia con la funzionalità, ricreando ciò che è sempre stata la rete costiera di avvistamento e di difesa⁴¹.

La lanterna del faro viene dunque apposta sull'antica torre di avvistamento o sulla fortezza, a base quadrata o troncopiramidale, di dimensione 10x10 metri per un'altezza variabile fino a 20 metri, con merlature che possono raggiungere i 2,5 metri⁴². L'accesso alla torre avviene mediante sistema verticale esterno sostenuto da un arco a una o a più campate, posizionato sul fronte rivolto lato monte⁴³. Come per i fari, le torri di avvistamento sono progettate secondo moduli/raggi d'azione ben precisi: possono distanziarsi di oltre 30 chilometri nel caso di coste rocciose e senza insenature o, nel caso di coste frastagliate, infittirsi, con un passo di 10 chilometri.

Questa tipologia di fari non possiede in tutto o in parte le caratteristiche che compongono i semplici fari a torre o a blocco con torre, costituendo dunque una struttura compositiva "non replicabile". In questo senso, le caratteristiche architettoniche quali merlature, decori, i collegamenti verticali esterni con arcate e tutto ciò che può essere definito come un "elemento unico" presente solo in una determinata architettura non permettono lo studio e l'individuazione di geometrie ricorrenti accomunabili a due o più fari, in quanto elementi estremamente personalizzati, peculiari e caratterizzanti. Il loro valore "non replicabile" li rende dunque non integrabili alla metodologia indirizzata alla modellazione, seppur nel corso del volume vengano individuati e catalogati.

È proprio riguardo alla distinzione tra elementi "replicabili" e "non replicabili" che si fonda il successivo paragrafo, attraverso il quale chiarire e definire i presupposti metodologici e le categorie semantiche necessarie alla corretta esplicitazione della metodologia parametrica e ontologica.

5.3. Le variabili replicabili e non replicabili

Sin dalla loro primigenia nascita, in un susseguirsi di tecnologie funzionali e costruttive, nella continua seppur non costante edificazione su punti più o meno svettati appartenenti alle città costiere, è possibile osservare il fragoroso scintillio generato dai fari. Questo tipo di architetture, risalenti a un'epoca poco lontana e presenti lungo le coste del Mediterraneo, accolgono a sé delle specifiche caratteristiche compositive e strutturali, argomento in parte precedentemente trattato attraverso la metamorfosi geometrica del faro – dalla pura forma alla composizione complessa – verso la conseguente armonia delle parti, da associare a categorie compositive.

Come precedentemente definito, il sistema-faro accoglie a sè delle componenti ricorrenti che si alternano e mutano la loro proporzione nelle diverse architetture costiere presenti nell'area Mediterranea, riflessione conseguente a una preventiva ricognizione dei dati delle architetture costiere, attraverso il quale definire e classificare la struttura secondo variabili.

Alla definizione della scomposizione strutturale concorrono dunque le tre "macro variabili" appartenenti al sistema-faro, ossia le parti detentrici delle funzioni principali della struttura stessa, presenti nella maggior parte delle costruzioni costiere, contraddistinte dalla lanterna, dalla torre e dall'edificio (fig. 14). In associazione alle "macro variabili", è possibile rintracciare delle ulteriori variabili ricorrenti di tipo ornamentale, di seguito definite come "micro variabili", da individuarsi in caratteristiche quali: le bucatore, le mensole, il bugnato, la balaustra, ecc. L'intero apparato compositivo-strutturale del sistema-faro, può essere dunque ulteriormente suddiviso e definito in due macrogruppi: gli elementi replicabili e non replicabili.

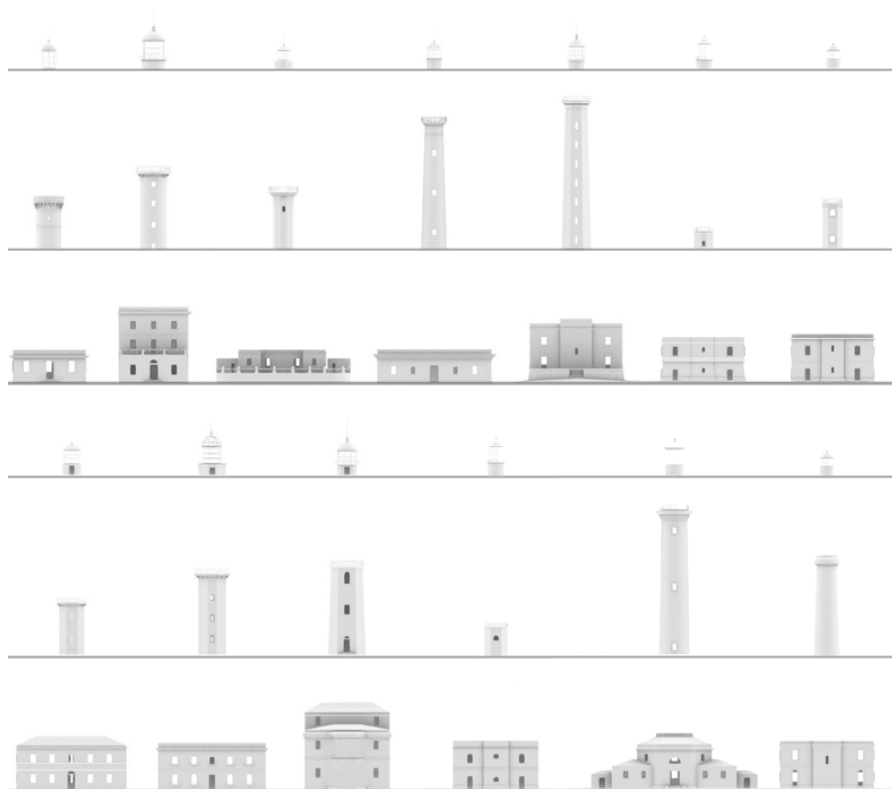


Fig. 14 Variabili dei fari italiani.

Questo perchè, seppur la categorizzazione appena citata si definisca come esaustiva nel caso del 90,5% dei fari presenti in Italia⁴⁴, risultano essere comunque presenti delle eccezioni che caratterizzano l'edificio e lo distinguono in maniera assoluta rispetto agli altri, definendo dunque un apparato "non replicabile".

Più nello specifico, la lanterna rappresenta la macro variabile più importante del sistema-faro in quanto sede del dispositivo ottico capace di emettere il fascio luminoso che rischiara il mare e indica la via ai naviganti. Le strutture che la accompagnano, ossia la torre e l'edificio, si configurano come delle parti totalmente pensate e strutturate in funzione della lanterna stessa, attraverso i quali sopraelevare la struttura luminosa, rendendo possibile la manutenzione.

Costituente una delle tre macro variabili del sistema-faro, la lanterna risulta essere sempre presente in queste strutture e sempre replicabile, in quanto contraddistinta da elementi totalmente catalogabili e classificabili, sintetizzabili in determinate caratteristiche appartenenti alle micro variabili dell'elemento stesso.

A livello compositivo, la lanterna si presenta come un guscio trasparente a sezione poligonale⁴⁵ – nella maggior parte dei casi pressochè circolare in conseguenza del numero di poligoni che ne formano il guscio, dentro alla quale risiede l'ottica (fig. 15) – caratteristica condizionata da due fattori principali: dalla tecnologia dell'ottica al suo interno e dal periodo di costruzione del faro stesso⁴⁶.

L'ingresso alla lanterna avviene percorrendo le scale interne alla struttura turrita, accessibili dall'interno o dall'esterno dell'edificio di reggenza, passando dalla stanza dell'orologio, definita così in quanto ospitante le attrezzature di controllo dell'emissione luminosa. L'ottica risulta essere infine raggiungibile percorrendo un'ultima scala a pioli metallici di dimensioni molto ridotte, dalla quale ammirare l'ottica sorretta e innalzata di circa due metri da una struttura in ghisa. Tale spazio ha dimensioni limitate, in base alla grandezza del faro e della torre, con diametro dai 3 ai 6 metri, composta da montanti e anelli metallici di rame sottile ad andamento verticale e diagonale o a incrocio. La composizione dei montanti rappresenta una scelta fondamentale dal punto di vista funzionale in quanto i montanti a incrocio riescono ad occultare una quantità minore di luce. L'ambiente è infine chiuso da una copertura emisferica o conica in acciaio, rivestita da rame e zinco, accompagnata quasi sempre alla sommità da un'ulteriore sfera forata utile alla ventilazione dell'ambiente, necessaria per evitare la formazione di condensa. In cima ad essa troviamo, nella maggior parte dei casi, un anello e un pinnacolo parafulmine in bronzo con punta in platino. Dal punto di vista spaziale e materico, la lanterna è accompagnata da una galleria aggettante di circa 1 metro dalla struttura vetrata della lanterna – elemento fondamentale non solo per la manutenzione ma anche per la pulizia delle vetrate esterne – circondata da un parapetto alto un metro e mezzo in muratura, a correnti metallici verticali, orizzontali o incrociati.

La torre rappresenta l'elemento svettante dell'architettura (fig. 16), sostegno della fonte luminosa e dunque presenza necessaria e fondamentale per la quasi totalità dei fari, ad eccezione delle torri poste su fortezze e su torri di avvistamento.

Essa si configura non solo come sostegno alla lanterna ma, inoltre, come punto di riferimento diurno, spesso dipinta da fasce colorate o da un intonaco bianco⁴⁷. Oltre al colore, è la forma e l'altezza a caratterizzarne la specificità, in stretto legame alla portata geografica, intesa come il rapporto tra l'altezza dell'emissione luminosa e il punto di vista dell'osservatore. La sua forma in sezione e in alzato, come per l'intera struttura del faro, è caratterizzata da geometrie elementari rastremate alla sommità, in grado di resistere alle forze orizzontali del vento, grazie alla loro conformazione lineare e senza punti di discontinuità. In questo senso, la sezione in pianta non sembra apparentemente essere legata al passare delle epoche e del tempo, in quanto l'unica linea guida da seguire è la capacità di distinguere uno specifico faro dalle strutture costiere limitrofe, oltre ad assicurare un'adeguata resistenza statica, per la quale le geometrie pure si configurano come le più performanti. La geometria turrita può essere dunque ricondotta a degli schemi compositivi ben precisi, presenti in tutti i fari del Mediterraneo, sintetizzabili in: pianta ottagonale/esagonale, pianta circolare, pianta quadrata e pianta a sistema misto. Tali schematizzazioni compositive risultano essere il risultato dello studio, della catalogazione e della categorizzazione delle caratteristiche di ogni "macro variabile", attraverso il quale giungere a poche categorie associabili alla quasi totalità degli apparati architettonici costieri "replicabili". In questo caso, i dati raccolti associati alle torri, nell'ambito dei fari italiani, dimostrano come le torri a sezione circolare si configurino come le strutture più usate, seguite dalla sezione esagonale/ottagonale e quadrata, dipinte per lo più da intonaco bianco. Tale ricorrenza è da associare a motivi statici dovuti a una più agevolata rastremazione.



Fig. 15 Lanterne appartenenti ad alcuni fari italiani.



Fig. 16 Torri appartenenti ad alcuni fari italiani.

Individuate le caratteristiche tipologiche connesse alla macro variabile “torre”, vengono dunque associate e inglobate ad essa diverse “micro variabili”, tra le quali ricordiamo: le bucatore, le mensole e le modanature. In questo senso, le finestre si configurano come bucatore di dimensione ridotte, di forma per lo più rettangolare o circolare, composte dalla sola struttura in alluminio, o da una cornice a filo con il paramento murario. Il coronamento della struttura turrata, porzione in collegamento e di sostegno alla lanterna, è invece caratterizzata da modanature più o meno complesse, a volte accompagnate da mensole di sostegno, che caratterizzano la torre e ne definiscono i limiti (fig. 17).

L'edificio rappresenta l'ultima delle tre macro variabili del sistema-faro che, pur non essendo presente nella totalità dei fari italiani e Mediterranei, diviene di fondamentale importanza, in un passato di meccanismi ottici non sempre performanti, suscettibili a continui controlli e manutenzioni. Con l'avvento delle nuove tecnologie e del controllo a distanza, i sistemi di comunicazione diventano sempre più funzionali e indipendenti dalle interazioni dell'uomo, scatenando l'inesorabile abbandono degli edifici da parte del farista. Se la macro variabile “edificio” risulta essere fonte di noncuranza e degrado nei fari già esistenti, le nuove costruzioni non presentano spesso questo elemento, lasciando il passo unicamente alla torre e alla lanterna, al fine di garantire un'efficace propagazione dell'emissione luminosa.

Considerando, dunque, le costruzioni antecedenti al 1950, nelle quali risulta essere spesso presente la macro variabile “edificio”, si vogliono estrapolare delle geometrie e delle caratteristiche comuni e riproducibili, da utilizzare nell'ambito della modellazione parametrica e della classificazione ontologica. In questo senso, a differenza della classificazione effettuata per le macro variabili “lanterna” e “torre”, per la macro variabile “edificio” non risulta possibile individuare uno schema geometrico ricorrente. Esso, infatti, pur prevedendo una geometria compositiva per la maggior parte dei casi pura e semplice, assimilabile molto spesso in pianta alla forma rettangolare, non può contemplare una differenziazione geometrica che non comprenda angoli retti, quali edifici circolari o dalla forma irregolare, configurandosi eventualmente come un edificio “non replicabile”, in quanto difficilmente parametrizzabile, in assenza di un rilievo.

Nel corso della categorizzazione e classificazione vengono dunque considerati unicamente i fari riconducibili in pianta alla geometria rettangolare/quadrata, fondando e scindendo l'apparato conoscitivo dell'elemento in: edifici a un livello, a due livelli e a tre livelli (fig. 18). Questi, come nel caso della macro variabile “torre”, sono associati a diverse “micro variabili”, tra le quali ricordiamo: le bucatore, i bugnati e le modanature.

Definite quelle che si configurano come le macro variabili del sistema-faro, è possibile a questo punto delineare quelle che sono le caratteristiche “minori” dell'edificio, ugualmente rintracciabili e classificabili in maniera ricorrente in ambito Mediterraneo e italiano, di seguito denominate come “micro variabili”, composte da: modanature, bugnati e bucatore.

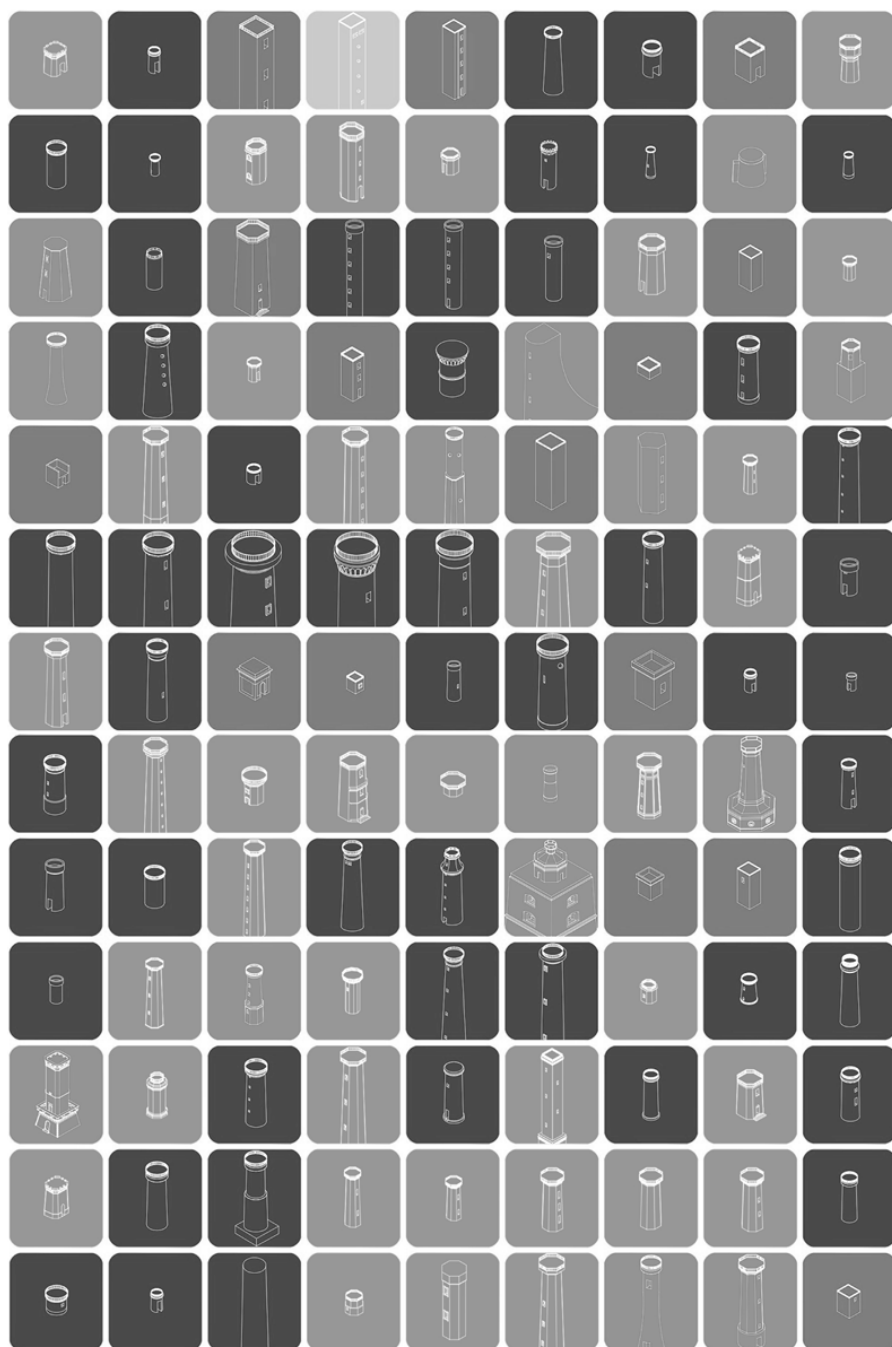


Fig. 17 Assonometria di alcune torri individuate per i fari italiani.

Le regole compositive della micro variabile “modanatura”, variabile presente sia nella macro variabile “edificio” che nella macro variabile “torre”, possono essere ricondotte alle regole classiche di costruzione, a conferma della volontà da parte della Marina Militare e dei Re di promuovere il loro prestigio e potenza mediante la creazione di edifici che, pur nella loro semplicità, potessero accogliere i dogmi di bellezza dell’ordine classico e della proporzionalità. Del resto, come sostenuto dal Vignola: «Quanto sono ammirabili le produzioni della bella architettura antica greca e romana per l’eleganza, varietà e semplicità delle modanature»⁴⁸.

Per la loro classificazione e categorizzazione nell’ambito dei fari ci si rifà dunque all’ordine classico appartenente alle modanature lisce, distinte in: piane, tonde e miste. Dei profili piani ricordiamo: il listello, il dentello continuo e la fascia. A caratterizzare i profili tondi ricordiamo invece: il tondino con profilo a semicerchio convesso; il toro; la scozia dal profilo a semicerchio; l’ovolo liscio con profilo ad arco di cerchio convesso; il cavetto con profilo a quarto di cerchio concavo. Infine, i profili misti, tra i quali possiamo distinguere: la gola dritta con profilo ad S obliqua e curva concava nella parte sporgente; la gola rovescia con profilo ad S obliqua e curva convessa nella parte sporgente; il becco di civetta dal profilo convesso e costituito da archi di cerchio di raggio differente⁴⁹.

Ulteriore micro variabile, appartenente unicamente al sistema edificio, è invece il bugnato, caratterizzato da bugne, in questo caso afferenti a due specifiche tipologie: rustico, se le bugne sono appena sbazzate, e piano, con pietre maggiormente sbazzate fino a ottenere una superficie quasi liscia⁵⁰. Come nel caso delle modanature, e come confermato da Antoine Chrystome Quatremère de Quincy nel suo Dizionario storico di Architettura, il bugnato si configura come un rivestimento capace di donare prestigio e valore alla costruzione, conferendo alle architetture costiere un alto valore di rappresentanza⁵¹.

Le bucatore, infine, costituiscono l’ultima micro variabile del sistema-faro, categoria quasi totalmente replicabile, categorizzata geometricamente e formalmente in: bucatore rettangolari/quadrate, a singolo o a doppio battente, con o senza volte, circolari, accompagnate da cornici a filo e persiane.

L’intero apparato delle micro variabili, come nel caso delle macro variabili, può essere dunque distinto in “replicabile” e “non replicabile”, in funzione della



Fig. 18 Edifici appartenenti ad alcuni fari italiani.

particolare ricorrenza dell'elemento stesso rispetto ai differenti fari. In questo senso, infatti, seppur le micro variabili risultino essere quasi sempre replicabili, esistono però delle caratteristiche totalmente uniche, elementi estremamente peculiari della struttura – quali sculture, strutture voltate, capitelli, ecc. – definiti come elementi in ogni caso non replicabili, ossia elementi che non consentono l'individuazione di caratteristiche ricorrenti che possano accomunare due o più fari. È da sottolineare, infine, come in presenza di micro variabili replicabili associate a macro variabili non replicabili, risulta comunque possibile procedere parzialmente con l'applicazione della metodologia di modellazione.

Nonostante l'individuazione delle micro e delle macro variabili non replicabili possa risultare in prima battuta un punto debole della metodologia proposta, essa si configura tuttavia come punto di forza della metodologia stessa. È infatti fondamentale analizzare quelle che sono le eccezioni nella composizione architeturale del faro in modo da quantificare l'effettiva non replicabilità della metodologia creata. In questo senso, la presenza di micro variabili replicabili negli edifici costieri si attesta intorno al 76,8%, dato seguito da una percentuale pari al 20,2% appartenente agli edifici che presentano macro variabili replicabili ma con almeno una micro variabile non replicabile. Il dato più significativo è la percentuale pari al 3% per i fari italiani che non presentano nessun tipo di caratteristica replicabile, confermando la corretta classificazione/gerarchizzazione semantica e l'effettiva riproducibilità della metodologia⁵².

Note

1. Il contesto Mediterraneo, seppur apparentemente lontano da considerazioni prettamente geometriche, viene narrato e raccontato proprio attraverso lo studio sulla geometria da Jacques Guillerme: «il mondo, in ogni momento, risiede nell'universo delle sue figure; il mondo delle rappresentazioni è il mondo stesso». Apparato strettamente legato al faro in associazione alla geometria euclidea. GUILLERME JACQUES, *Figurazione grafica in architettura*, FrancoAngeli, Milano, 1981.
2. FATTA, FRANCESCA, *La geometria. Arte, Scienza, Tempi, Luoghi*, Jason editore, Reggio Calabria, 2018.
3. La semantizzazione non deve essere intesa come un'alienazione degli elementi, dunque procedura indirizzata alla creazione di oggetti autosufficienti, quanto più come uno studio puntuale degli stessi, verso la conoscenza dei rapporti e delle caratteristiche ricorrenti.
4. MALDONADO, THOMAS, REALE E VIRTUALE, FELTRINELLI, MILANO, 2015.
5. DOCCI MARIO, MIRRI FRANCO, *La redazione grafica del progetto architettonico. Repertorio di disegni esecutivi per l'edilizia*, Carocci, Roma, 1989.
6. GALIZIA MARIA TERESA, SANTAGATI CETTINA, *Architettura e/è Geometria: dalla forma architettonica alla costruzione geometrica*, in "DISEGNARECON", 2012, pp. 135-144.

7. «La linea è una linea, il pensiero è una linea, l'azione è una linea. Tutto è linea. La linea congiunge due punti. Il punto è un istante, la linea comincia e finisce in due istanti». BRUSANTIN MANLIO, *Storia delle linee*, Einaudi, Torino, 1993.
8. In questo senso, infatti, Kandinsky sostiene che «il punto porta a sé solo una tensione e non può avere nessuna direzione, la linea necessariamente partecipa sia alla tensione, sia alla direzione». KANDINSKY VASILIJ VASIL'EVICH, *Punto, linea, superficie. Contributo all'analisi degli elementi pittorici*, p. 59, Adelphi, Milano, 2021.
9. Le rette appena citate vengono a loro volta definite e classificate secondo temperature ben definite: la rappresentazione della linea orizzontale sottende una raffigurazione fredda. Al contrario, dalla raffigurazione della linea verticale traspare il calore. È dunque la linea diagonale ad assimilare la perfetta sintesi tra caldo e freddo. KANDINSKY VASILIJ VASIL'EVICH, *Punto, linea, superficie. Contributo all'analisi degli elementi pittorici*, Adelphi, Milano, 2021.
10. È da ricordare, infatti, come già gli egizi e i babilonesi fossero capaci di utilizzare concetti geometrici non rudimentali, come dimostra una tavoletta di argilla del periodo paleo-babilonese 1800-1600 a.C., nella quale viene raffigurato un quadrato di lato 30 e le sue diagonali. È solo con i Greci, però, che è possibile riscontrare un principio di conoscenza, seppur ancora non ben definito, degli assiomi o postulati. ANDREATTA MARCO, *La forma delle cose. L'alfabeto della geometria*, Il Mulino, Bologna, 2019.
11. «Un matematico vede l'espressione $a^2+b^2=c^2$ e pensa immediatamente a teorema di Pitagora, con la sua immagine di un triangolo rettangolo circondato da quadrati costruiti sui tre lati. Questa espressione non appare però soltanto nella geometria; ricorre in quasi tutte le aree della matematica, dalla teoria dei numeri e l'algebra al calcolo e all'analisi; diventa uno schema, un paradigma. Allo stesso modo, quando un artista osserva la decorazione di una carta da parati, la ricorrenza regolare di un motivo di base che sembra ripetersi all'infinito gli rimane impressa nella mente. La ricerca di regolarità è davvero il filo conduttore che lega la matematica all'arte». MAOR EUGEN, JOST ERNST, *L'arte della geometria*, Codice edizioni, Torino, 2020.
12. LE CORBUSIER, *Verso un'architettura*, p. 16, Longanesi, Milano, 2003.
13. In questo senso, i fari rappresentano uno dei non luoghi per antonomasia. Come per gli altri spazi definiti da Foucault come "non luoghi", dentro il faro si susseguono le affascinanti vite dei faristi che vi hanno abitato, in un'epopea di emozioni trascorse nel buio della notte rivolte verso il mare. Come asserito da Foucault: «Ci sono dunque paesi senza luogo e storie senza cronologia; città, pianeti, continenti, universi, di cui sarebbe certo impossibile trovare traccia in qualche carta geografica o in qualche cielo, semplice mente perché non appartengono a nessuno spazio. Probabilmente queste città, questi continenti, questi pianeti sono nati, come si suol dire, nella testa degli uomini o, a dire il vero, nello spessore dei loro racconti o anche nel luogo senza luogo dei loro sogni. Credo tuttavia che ci siano delle utopie che hanno un luogo preciso e reale». FOUCAULT MICHEL, *Eterotopie*, Feltrinelli, Milano, 1998.
14. MALDONADO, THOMAS, *Disegno Industriale un riesame*, Feltrinelli, Milano, 2008.
15. Morfologia, infatti, deriva dal greco *morphé*, ovvero "forma", e *logos*, ossia "discorso".

16. Come sostenuto dalla Gestalt: «La conoscenza non è scomponibile in elementi semplici. Il tutto è più della somma delle singole parti», ovvero, la totalità del percepito è definito non dalla somma delle singole parti quanto più delle attivazioni sensoriali che suscitano le singole parti affiancate tra loro, in una totalità complessa. ZERBETTO RICCARDO, *La Gestalt. Terapia della consapevolezza*, Xenia, Pavia, 1998.
17. Con la rappresentazione del cerchio, del triangolo e del quadrato, infatti, si richiama agli elementi dell'universo, in un infinito che non ha forma. La concezione umana definisce una visione dicotomica dell'esistenza, dividendo quello che ha una forma e ciò che non la ha.
18. FONATTI FRANCO, MARTINUZ MAURO, *Principi elementari della forma*, LetteraVentidue, Siracusa, 2021.
19. I pitagorici facevano della *tetraktys* e anche del quadrato di quattro la base della loro dottrina, una forma di perfezione universale, derivata dalla divisione quaternaria del cerchio mediante la formula $1+2+3+4=10$ e del suo inverso $10=1+2+3+4$. Rappresenta dunque, il problema ermetico della quadratura del cerchio concepibile come massima perfezione umana.
20. Ne è un esempio Babilonia, il Partenone, l'arco di Settimio Severo, il Palazzo Farnese, le campate del Portico degli Innocenti di Brunelleschi, ecc.
21. MUNARI BRUNO, *Il quadrato*, Corraini, Milano, 2005.
22. La struttura turrita dei fari, a prescindere dalla loro sezione in pianta, necessita di un'adeguata analisi per ciò che si definiscono come le oscillazioni della struttura dovute principalmente all'azione del vento. In questo senso, si ricorda come sin dagli inizi del '900 vennero adottati nelle torri più alte degli oscillografi – denominati *Richard* – poi perfezionati per garantire un calcolo degli sforzi esaustivo. SANTINI ELISA, *Stabilità, oscillazioni e loro omisura nelle torri dei fari. Stability, oscillations and their measure in lighthouses towers*, in Bartolomei Cristina, Amoroso Giuseppe (a cura di), *L'architettura dei fari italiani. The architecture of Italian lighthouses. Vol. 2: Mar Tirreno. Tyrrhenian sea*, Alinea, Firenze, 2006.
23. I fari particolarmente svettanti progettati all'indomani dell'Unità d'Italia, infatti, come dimostra l'Album dei fari, risultano essere quasi sempre contraddistinti da torri circolari e ottagonali, a differenza di poche eccezioni, dall'altezza poco rilevante, quali i fari di: Tavolara; Po di Goro; Ponza; Capo Spartivento; Ancona.
24. È da sottolineare come l'edificio del farista sia un elemento architettonico esistente, seppur spesso in stato di abbandono, ad eccezione degli edifici ancora utilizzati come abitazioni da parte dei faristi.
25. MUNARI BRUNO, *Il triangolo*, Corraini, Milano, 2007.
26. MUNARI BRUNO, *Il cerchio*, Corraini, Milano, 2016.
27. KANDINSKY VASILIJ VASIL'EVICH, *Punto, linea, superficie. Contributo all'analisi degli elementi pittorici*, Adelphi, Milano, 2021.
28. È da sottolineare come l'edificio del farista si configuri come un elemento architettonico ancora oggi esistente seppur spesso in stato di abbandono, ad eccezione degli edifici ancora utilizzati come abitazioni da parte dei faristi.

29. Come trattato in parte nel corso del secondo capitolo e successivamente nel prossimo capitolo attinente la tipologia di emissione luminosa odierna, è dal '900 che si assiste a una continua e incessante innovazione per quanto riguarda la potenza dell'emissione luminosa e il relativo funzionamento/accensione (Boscolo, 2014).
BOSCOLO GIANNI, *Breve storia dei fari: da Omero a Internet*, Ugo Mursia editore, Milano, 2014.
30. Com'è noto, infatti, queste architetture sono da sempre state abitate dalla figura del farista che, insieme alla famiglia, mantenevano e sorvegliavano il corretto funzionamento della fonte luminosa.
31. La sezione troncoconica, infatti, permette una maggiore stabilità alla struttura turrita, permettendole di resistere alle forze causate dal vento. SANTINI ELISA, *Stabilità, oscillazioni e loro omisura nelle torri dei fari. Stability, oscillations and their measure in lighthouses towers*, in Bartolomei Cristina, Amoroso Giuseppe (a cura di), *L'architettura dei fari italiani. The architecture of Italian lighthouses. Vol. 2: Mar Tirreno. Tyrrhenian sea*, Alinea, Firenze, 2006.
32. Il colore rosso in nautica, infatti, comunica da sempre ai naviganti una situazione di pericolo. È il caso delle bandiere previste dal Codice Internazionale dei Segnali Marittimi nel quale le bandiere dipinte in tutto o in parte di colore rosso – quali Bravo; Echo; Oscar; Tango; Uniform – segnalano di pericolo. È, inoltre, il caso delle mede a fasce rosse e nere, definite dal sistema internazionale di segnalamento del pericolo (I.A.L.A), con le quali s'intende avvisare i naviganti in merito a un'imminente pericolo puntuale come, ad esempio, un relitto affiorante o uno scoglio. Infine, il colore rosso si configura come la caratteristica cromatica dell'emissione luminosa di alcuni fari e fanali, utili alla segnalazione di eventuali secche o scogli affioranti.
33. BARTOLOMEI CRISTINA, AMOROSO GIUSEPPE, *L'architettura dei fari italiani. The architecture of Italian lighthouses. Vol. 2: Mar Ligure e Mar Tirreno*, Alinea, Firenze, 2006.
34. Ricordiamo infatti come il patrimonio dei fari italiani sia costituito per il 36% da edifici a un livello, per il 56% da edifici a due livelli e per l'8% da edifici a tre livelli.
35. Nel caso di strutture imponenti, il pilastro centrale di distribuzione verticale risulta essere composto da un cilindro cavo, una sorta di pozzo centrale al corpo scala.
36. In ambito italiano, sono degli esempi i fari di: Capo Colonna; Capo dell'Arma; Capo dell'Armi; Capo Mele; Capo S. Elia; Capo Cefalù; Capo Circeo; Capo D'Anzio; Capo d'Orso; Capo Palinuro; Capo San Marco Cabras; Capo Sandalo; Capo Spartiveno; Capo testa; Castello Ischia; Cozzo Spadaro, Fenaio; Po di Goro; Isola di Pianosa; Capel Rosso; Capo bellavista; Cesenatico; Fano; Giannutri; Lividonia; Punta Lingua; Scario; Pianosa; Ponte Romano; Porto Garibaldi; Punta Alice; Punta Beppe Tuccio; Punta Carena; Punta dei Porci; Punta Libeccio; Punta Polveraia; Punta Secca; Punta Spadillo; Punta Sottile; Punta Tagliamento; San Cataldo; San Domino; San Vito Lo Capo; Santa Croce; Santa Maria di Leuca; Scoglio Palumbo; Torre Cane; Vieste; Porto Vado. In questo senso, risultano essere emblematici i casi di Capo d'Anzio, Capo Sandalo e Cozzo Spadaro, con torre posta secondo doppio asse di simmetria, caratteristica non dipendente dalla forma strutturale della torre.

37. FATTA FRANCESCA, *Luci del Mediterraneo. I fari di Calabria e Sicilia*, Rubbettino, Reggio Calabria, 2002.
38. È il caso del faro di Capo Suvero (CZ), dal quale si erge una nuova torre alta complessivamente 25 metri, sui 12 metri già esistenti.
39. In questo senso ricordiamo le peculiari caratteristiche associate al faro della Vittoria, di Cozzo Spadaro, della Lanterna di Genova, ecc.
40. STUCCHI SANDRO, *Fari, Campanili, Mausolei in Aquileia nostra*, Longanesi, Milano, 1994.
41. FAGLIA VITTORIO, *Il restauro di Torre Sabea a Gallipoli*, Istituto Itaitano dei castelli, Roma, 1978.
42. FAGLIA VITTORIO, *La difesa anticorsara in Italia dal XVI secolo: le torri costiere, gli edifici rurali fortificati*, Istituto Itaitano dei castelli, Roma, 1974.
43. Esistono inoltre delle strutture turrette o fortezze non appartenenti ad epoche passate ma, al contrario, estremamente recenti. È il caso delle costruzioni di San Andrea Missipezza, Punta Fortino, Scoglietto sull'isola d'Elba, Sapri, Torre Preposti e San Giovanni a Ugento, costruzioni ispirate allo spirito architettonico militare di avvistamento seppur costruite rispettivamente nel 1932, 1923, 1910, 1915, 1937 e 1932.
44. È da sottolineare come per i dati inerenti alla geometria ci si riferisca alle casistiche dei fari italiani e non più Mediterranei, in quanto costituenti una platea troppo vasta di analisi e studio. Cionostante, la metodologia e il workflow di studio può essere applicato per tutti i casi studio presenti in quest'area.
45. È, infatti, dalla scoperta della lente Fresnel, avvenuta nel 1850, che si assiste alla mutazione dell'involucro, da prismatica a cilindrica.
46. AMORUSO GIUSEPPE, BARTOLOMEI CRISTINA, *L'architettura dei fari italiani. The architecture of Italian lighthouses. Vol.4: Sicilia*, Alinea, Firenze, 2010.
47. L'uso dell'intonaco bianco risulta essere presente in più del 50% dei fari italiani, seguiti dal pattern a strisce bianche e nere e bianche e rosse.
48. BAROZZI GIACOMO, *Li cinque ordini di architettura*, p. 3, Bietti, Milano, 2014.
49. GINOUVÈS RENÉ, MARTIN ROLAND, *Dictionnaire méthodique de l'architecture grecque et romaine*, École Française de Rome, Roma, 1985.
50. CARPO MARIO, *La maschera e il modello. Teoria architettonica nell'Extraordinario di Sebastiano Serlio*, Jaca book, Milano, 1993.
51. «Il bugnato è un mezzo di mettere in chiaro, e far vieppiù risaltare il merito della costruzione, in causa dell'importanza e difficoltà del trasporto, del posamento dei materiali, e del relativo lavoro». LEONI MARINA, *Quatremère de Quincy e l'Encyclopédie méthodique. La storia dell'architettura tra erudizione e teoria*, FrancoAngeli, Milano, 2018.
52. I dati citati rappresentano il risultato dell'analisi puntuale effettuata da parte dell'autrice nell'ambito dei fari italiani.

Numero	LOCALITÀ		Posizione	Lat. N Long. E		CARATTERISTICHE Potenza luminosa in c. d.	Altezza in metri sul livello medio del mare	Portata in miglia
	Anno di attivazione e dell'ultima modifica			1	2			
725	1909 1929	Estremità NE del capo, a dritta entrando da N nello stretto di Messina.	38 16 02 15 39 13			Int. b. sett. r. Periodo 4 ^s b. 706 r. 140	25,7	b. 15 r. 7
		Peloro, capo.						
726		<i>Punta Marzone, ad WNW del foro.</i>	18 16 20 15 38 35			<i>Fissa v.</i> 2	11	2
727		Rasocolmo, capo.	Sul capo. 38 17 40 15 31 18			Lam. b. Periodo 3 ^s	87,2	15,5
728	1853 1932	Estremità N della peni- sola di Milazzo.	38 16 09 15 13 57			Lam. b. Periodo 3 ^s 1050	89,7	16
		Milazzo, capo e porto.						
729	1891 1930	Testata del molo.	38 13 01 15 14 55			Int. v. Periodo 5 ^s 35	7,2	6
730	Vulcano, isola. 1887 1916	Punta denominata Praia dei Porci, parte S del- l'isola.	38 22 02 14 59 45			Spl. b. Periodo 20 ^s 37 100	45	18 26
731	1867 1930	Ancoraggio del <i>Pignataro</i> , al N della città di <i>Lipari</i> .	38 28 10 14 57 48			Int. b. grp. 3 lu. Periodo 11 ^s 180	38,2	10,5
732	1930	Testata del molo nell'an- coraggio del <i>Pignataro</i> .				Fissa v. 40	11	6
		Lipari, isola.						
733	1919 1929	Punta <i>Scaliddi</i> , a S del- l'ancoraggio del <i>Monas- tero</i> .	38 28 05 14 57 20			Int. r. Periodo 6 ^s 80	14	8

6. Individuazione/conoscenza; Rappresentazione/modello

La conoscenza e la catalogazione si delineano come azioni fondamentali e propedeutiche all'analisi di qualsiasi architettura¹. Nel corso del presente capitolo prendono vita tutte quelle geometrie reali e "virtuali" che caratterizzano e identificano gli edifici costieri, sulla base di database utili allo sviluppo in ambito BIM e ontologico. In questo senso, il digitale è in grado di trasformare totalmente i modi di trasmissione, di fruizione e di condivisione della conoscenza e, di conseguenza, il modo in cui l'essere umano interagisce con essa. La diffusione su base digitale del patrimonio culturale è infatti una strategia sempre più dilagante e capillare, capace di modificare le modalità e le tecniche di fruizione, garantendo una democratizzazione della conoscenza e del sapere mai sperimentata prima².

L'accessibilità inclusiva, la promozione e l'innovazione tecnologica indirizzata alla tutela, alla conservazione e alla valorizzazione sono infatti asset fondamentali nel dialogo intercorso tra paesi europei ed extraeuropei, azioni condivise dal Consiglio d'Europa e promosse dal Codice dei beni culturali e del paesaggio. È proprio il Consiglio d'Europa che, nella Convenzione quadro presentata alla Conferenza ministeriale tenutasi a Faro (Grecia) il 20 ottobre 2005, affronta le tematiche indirizzate alla valorizzazione del patrimonio culturale, da assegnare alla nuova Direzione generale per l'Innovazione tecnologica e la promozione. Il fine ultimo è quello di sostenere e incoraggiare lo sviluppo di tecnologie informatiche volte al potenziamento di iniziative capaci di attuare un *empowerment* della qualità del contenuto indirizzato alla conoscenza e, al tempo stesso, diffondere un sapere accessibile, al fine di garantire il diritto all'informazione, indirizzi condivisi anche dalla Direzione generale per l'Innovazione tecnologica³. È dunque forte l'interesse indirizzato alla digitalizzazione e alla conseguente valorizzazione del patrimonio culturale.

Più nello specifico, la promozione del patrimonio culturale mediante sistemi di digitalizzazione – Digital Cultural Heritage (DCH) – può essere distinta su differenti livelli di gestione del materiale “intangibile”: il Digital for Cultural Heritage, in cui i metodi e i processi digitali sono finalizzati alla riproduzione di contenuti culturali di tipo analogico-materiale e intangibili-immateriali (come nel caso delle digital libraries, dei musei virtuali, dei database, ecc.); e il Digital as Cultural Heritage, in cui i processi e i metodi di salvaguardia delle entità culturali di tipo materiale e immateriale sono derivati da dati analogici³. Si tratta in ogni caso di una sfida laboriosa di digitalizzazione e messa a sistema dei dati, con obiettivo ultimo la salvaguardia dell’immenso patrimonio culturale tangibile e intangibile, e dunque dei fari del Mediterraneo.

6.1. L’atlante dei fari del Mediterraneo

La raccolta dei dati secondo una metodologia scientifica e la conseguente creazione di un database rappresentano la prima azione fondamentale da intraprendere per lo sviluppo di qualsiasi strategia indirizzata alla valorizzazione, alla conoscenza e al recupero. In questo senso, la creazione di un workflow metodologico indirizzato alla valorizzazione del patrimonio culturale, in questo caso di tipo costiero, indipendentemente dallo strumento usato per la disseminazione, si basa senza dubbio sulla raccolta dei dati e sulla catalogazione e gestione degli stessi. La fase conoscitiva rappresenta dunque il primo presupposto operativo per la creazione di una metodologia replicabile applicata ai fari, per la quale le fonti e la scientificità del materiale divengono gli elementi cardine per una ricerca attendibile, validabile e riproducibile.

È da sottolineare come, seppur la creazione di un database rappresenti uno step fondamentale per la gestione di progetti e/o processi, diviene altrettanto importante la scelta in merito alla tipologia dei dati da raccogliere, poiché in grado di influenzare lo sviluppo e l’utilizzo dei dati stessi, costituendo un punto chiave nel taglio da donare alla ricerca o alla sperimentazione.

I dati e le caratteristiche storiche, funzionali e geometriche già trattate fungono da base per l’identificazione tipologica dei dati, da catalogare nei differenti database di raccolta: da un lato l’atlante dei fari del Mediterraneo, indirizzato alla raccolta dei dati tecnici e storici, dall’altro, l’atlante semantico dei fari Italiani che, pur assimilando i dati raccolti per l’area mediterranea, ha come indirizzo la raccolta utili alla scomposizione geometrica e semantica. I fari del Mediterraneo, infatti, essendo composti da circa mille casi studio, una portata per ovvie ragioni troppo estesa per fornire la totalità dei dati inerenti ai manufatti, hanno reso necessaria una scelta tipologica di base, ampliata per il caso studio dei fari italiani. È, infatti, da sottolineare come la metodologia ontologica e parametrica sia stata sviluppata unicamente per i fari Italiani, seppur tale ricerca possa essere comunque valida e ampliabile anche per la totalità dei paesi mediterranei.

Per i fari del Mediterraneo si sono raccolti dunque i seguenti dati di tipo tecnico-storico-morfologico: codice identificativo del paese afferente (ID); nome del faro; mare; coordinate del luogo di edificazione; data di costruzione; altezza luce s.l.m.; altezza torre; portata dell'emissione luminosa e descrizione tipologica e cromatica del fascio luminoso (fig. 1). Questa tipologia di dati rende possibile la creazione di una prima catalogazione dei fari, capace di rintracciare in maniera puntuale tutti i punti notevoli e le relazioni dello spazio Mediterraneo (fig. 2). In questo senso, infatti, mediante l'esplicitazione del codice identificativo, del nome del faro e delle relative coordinate è possibile, da un lato, identificare la ricorrenza e la localizzazione di queste architetture sulla linea costiera e, dall'altro, fornire una base attuativa del processo metodologico⁴, attraverso la quale intraprendere un percorso sempre più dettagliato, indirizzato alla conoscenza e alla connessione dei fari.

Croazia

ID (E-)	Nome e località	Mare	Coordinate	Data	Al	At	P	D
3180	Faro di Babac	Mar Adriatico	43°47'24.2"N 15°23'41.4"E	1874	7	6	10	FI (2) W 5s
3595	Bezdanj	Mar Adriatico	42°39'40.6"N 18°01'12.2"E	n.d.	18	6	n.d.	FI (2) W 8s
3522	Blanca	Mar Adriatico	42°55'29.6"N 17°31'06.9"E	1885	10	10	n.d.	Inattivo
3093	Bonaster	Mar Adriatico	44°11'55.7"N 14°50'19.7"E	n.d.	12	6	n.d.	FI W 2s
3344	Bijaca	Mar Adriatico	43°19'49.4"N 16°26'04.9"E	1881	8	7	n.d.	FI R 3s
3226	Faro di Blitvenica	Mar Adriatico	43°37'30.6"N 15°34'28.1"E	1872	38	21	24	FI (3) W 30s
3614	Cavtat	Mar Adriatico	42°35'09.4"N 18°12'16.4"E	n.d.	8	8	n.d.	FI (2) W 10s
.5 2782	Faro di Crna Punta	Mar Adriatico	44°57'25.5"N 14°08'44.1"E	1873	15	9	10	Inattivo
3600	Daksa	Mar Adriatico	42°40'12.9"N 18°03'21.2"E	1876	7	13	n.d.	Inattivo
2896	Ertak	Mar Adriatico	45°13'09.9"N 14°36'37.0"E	1875	9	5	n.d.	FI W 2s
2744	Galiola	Mar Adriatico	44°43'42.0"N 14°10'29.4"E	1890	21	18	n.d.	FI W 5s
3116	Galijolica	Mar Adriatico	43°52'37.9"N 15°22'12.9"E	n.d.	11	8	n.d.	FI (2) R 10s
.4 3406	Galisnik	Mar Adriatico	43°09'56.3"N 16°26'15.3"E	1913	11	9	n.d.	FL G 6s
3554	Faro di Glavat	Mar Adriatico	42°45'56.4"N 17°08'45.1"E	1884	45	19	22	FI (5) W 30s

Fig. 1 L'atlante dei fari del Mediterraneo, pagina esempio.

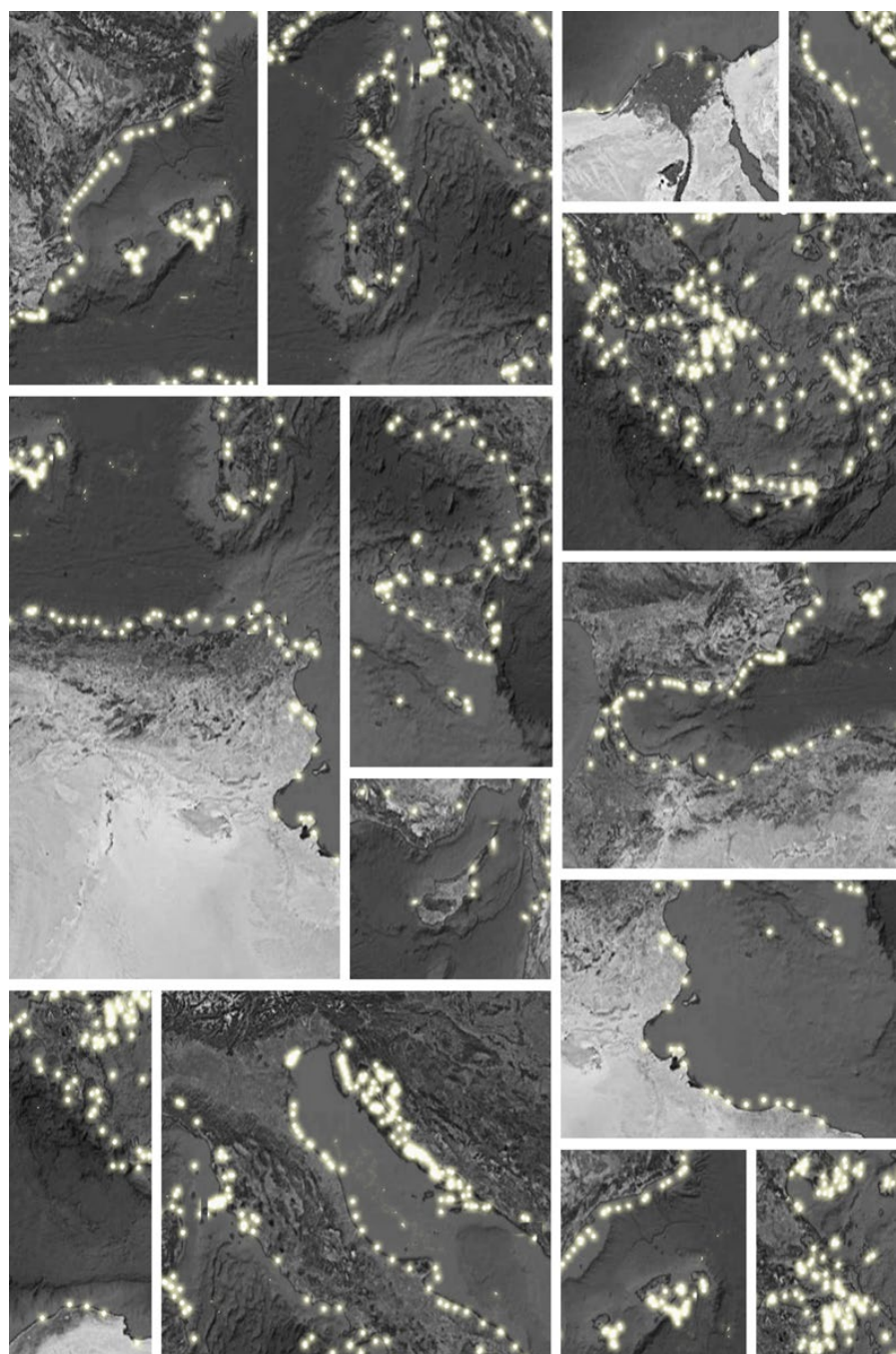


Fig. 2 Le luci dei fari Mediterraneo.

In merito alla catalogazione dei dati costieri, si sottolinea come i dati sopracitati risultino essere il frutto di una ricerca approfondita intrapresa, per la maggior parte dei paesi, su portolani e siti ufficiali di difesa militare in ambito costiero. La catalogazione dei fari del Mediterraneo si pone dunque come la genesi di una disamina sempre più approfondita dell'architettura costiera.

6.2. *L'atlante semantico dei fari Italiani*

Se l'atlante dei fari del Mediterraneo si configura come un'approfondita disamina dal punto di vista storico/funzionale del patrimonio costiero presente nei paesi mediterranei, al contempo, l'atlante dei fari semantico dei fari Italiani si definisce come un database propedeutico allo sviluppo e all'applicazione del cuore della metodologia, in ambito parametrico e ontologico. Entrando nel merito dello specifico contenuto dell'atlante dei fari Italiani, composto da 178 casi studio corrispondenti ai fari con struttura in cemento e/o in laterizio⁵, esso si delinea come l'individuazione e la messa a sistema di tutte quelle caratteristiche che definiscono la geometria e la composizione semantica del faro. La propedeutica scomposizione delle variabili replicabili e non replicabili si è dunque riportata nell'atlante semantico dei fari Italiani⁶, utile come modello strutturativo per la costruzione dei modelli parametrici e della riconnessione dei dati secondo relazioni semantiche (fig. 3).

Se le fonti storiche applicate a tutti i fari del Mediterraneo si sono ricavate mediante la ricerca bibliografica/didascalica, le caratteristiche di tipo geometrico e semantico dei fari Italiani si sono ricercate e categorizzate attraverso la raccolta bibliografica unitamente a quella fotografica e documentale, da utilizzare come supporto all'identificazione e alla verifica di tutte le micro variabili. In questo senso, a differenza del primo atlante a scala mediterranea, l'atlante dei fari Italiani risulta essere il frutto di una raccolta di dati estremamente frammentaria e disomogenea rispetto alla precedente, in quanto specificatamente indirizzata all'apparato architettonico del faro, oltre a costituire una tipologia di documentazione inedita, specificatamente ideata per la metodologia proposta.

È da sottolineare, infatti, come la scelta dei dati da ricercare si sia effettuata parallelamente a una prima sperimentazione in ambiente digitale, in quanto si è ritenuto necessario interrogarsi propedeuticamente non solo sul livello di approfondimento di analisi dell'architettura, ma, contestualmente, su come adattare il software parametrico alla modellazione e alla creazione dei dati geometrici in maniera più performante possibile. Le due tipologie di catalogazione risultano essere dunque la base attraverso il quale intraprendere un percorso indirizzato alla scomposizione e all'applicazione semantica su modelli digitali e di conoscenza, attraverso il quale generare un protocollo replicabile di modellazione e valorizzazione.

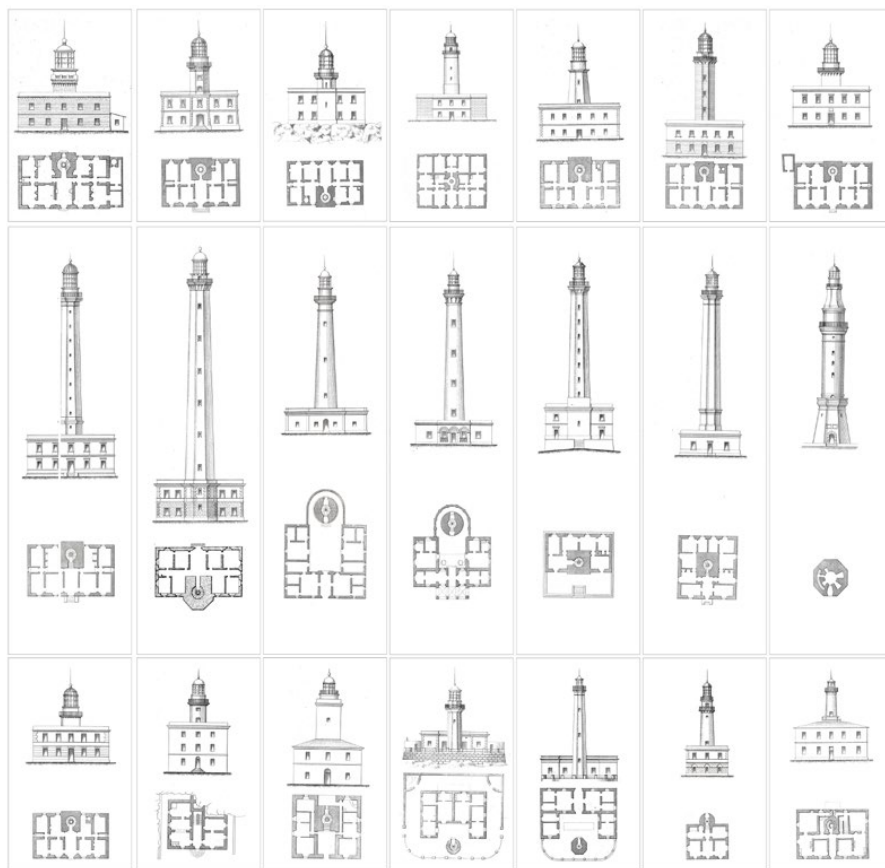


Fig. 3 Il disegno analogico e l'Album dei fari.

6.3. Rilievi e rappresentazioni

Concluso il processo di conoscenza applicato all'architettura esistente, risulta a questo punto necessario interrogarsi in merito alle tematiche attinenti lo sviluppo e l'applicazione dei dati appena raccolti, ossia quali elementi trasferire ai modelli tridimensionali e di conoscenza. È nell'ambito digitale che, a partire dalla metà del secolo scorso che si assiste a un rapido cambiamento delle discipline della rappresentazione, nelle quali si sono modificate le metodologie, i metodi e gli approcci al rilievo.

Se, da un lato, nel disegno tradizionale s'instaura un rapporto biunivoco tra segno e realtà – oltre che tra significante e significato⁷ – dall'altro, è anche il digitale a confermarsi come strumento valido nel processo d'interpretazione della conoscenza del mondo, mediante la costruzione di modelli, attraverso i quali esprimere significati, concetti e teorie.

La nascita della rappresentazione in ambiente digitale si deve alla creazione del primo computer monoutente, intorno alla seconda metà del Novecento, merito del progetto di John Lentz, creatore dell'IBM 610⁸, unitamente al primo software indirizzato alla creazione di disegni informatici denominato Sketchpad, ossia l'antenato di quello che poi diventerà il ben più conosciuto Autocad. Il passaggio dalla carta alla progettazione digitale – Computer Aided Design (CAD) – ha, in prima battuta, trasposto unicamente le modalità del disegno tradizionale in ambiente digitale, non modificandone l'approccio teorico⁹.

Il concetto di rappresentazione digitale viene rivoluzionato quando, a partire dagli anni '70, unitamente alle innovazioni in ambito bidimensionale con la creazione di bordi, curve complesse e spline, si giunge all'ideazione di una metodologia capace di creare modelli tridimensionali, introducendo dunque il concetto di "volume", con la conseguente modificazione delle modalità di creazione delle forme. La volontà finale rimane univoca: dare luogo a una rappresentazione il più possibile conforme alla visione reale, nei suoi significati e articolazioni spaziali. Qui la linea, come asserito da Vito Cardone, diviene: «quel carattere decisivo, quell'importanza assoluta che ha avuto in tutta la rappresentazione grafica, tecnica e non, fino ad oggi. Pare, inoltre, che si profili una prevalenza dei modelli che [...] vengono proposti alla vista come se fossero l'oggetto reale»¹⁰.

Le tecniche di rappresentazione tridimensionale di tipo digitale mirano dunque alla riproduzione dello spazio reale, un gemello digitale "ideale" e "idealizzato" *reality based*, acquisito mediante rilievo indiretto, sulla base di nuvole di punti.

È infine a partire dagli anni '60 che si fa strada la possibile creazione di un modello composto da liste interconnesse di dati, caratterizzazioni e tipologie. Si tratta dei processi BIM, definiti dall'unione tra la rappresentazione classica e la modellazione solida tridimensionale di tipo interattivo e parametrico. Come asserito da Sdegno¹²: «Da un lato la rappresentazione per contorni (Boundary Representation, B-rep) era il metodo che consentiva di visualizzare le superfici in maniera da realizzare un solido con forma definita. Dall'altro, la Constructive Solid Geometry (CSG) associava a modelli tridimensionali le equazioni relative e i comandi testuali, che non prevedevano la realizzazione di superfici di contorno nella visualizzazione. Mentre la prima campionava i risultati come sommatoria di operazioni, la seconda registrava la formula algebrica della morfologia, con la possibilità di variare in maniera più interattiva gli esiti della modellazione. L'unione di queste due attività permise di dare inizio alla modellazione solida che, acquisendo l'interattività della parametrizzazione, ha permesso di affrontare le tematiche proprie del Building Information Modeling».

I processi attribuiti alla rappresentazione BIM si discostano dunque dalle modalità del *reality based* per indirizzarsi verso una modellazione di tipo parametrico *object-oriented*, per il quale le proprietà dell'oggetto diventano l'elemento cardine, base esplicitativa della modellazione e della rappresentazione dell'elemento.

In definitiva, risulta da subito chiaro come a ogni tipologia di rappresentazione corrisponda una specifica tipologia di modello, dotato di specifiche caratterizzazioni, attributi e livelli dettaglio. Per tale ragione, la scelta di una specifica linea rappresentativa diviene propedeutica e fondamentale, attraverso la quale ottimizzare le potenzialità della conoscenza, dei dati e della metodologia prescelta, utile a garantire l'ottimizzazione delle tempistiche di lavoro e della raccolta dei dati.

6.4. La funzione del modello

In generale, con la locuzione “modello” si rimanda a una concettualizzazione schematica indirizzata alla rappresentazione di un'architettura o del sistema oggetto di esame, attraverso la quale comprendere ed evidenziare precisi aspetti stilistici, compositivi e figurativi¹³. In questo contesto, la storia dei modelli è da intendersi come lo sviluppo di un metodo che ha come origine la visualizzazione tridimensionale mediante *maquette*, per poi trovare largo utilizzo nel modello digitale e nella stampa fisica.

È, infatti, a partire dalla seconda metà del Novecento però che, frutto di una sempre più intensa innovazione nell'ambito dell'informatica architettonico-digitale, lo sviluppo della Computer Graphic porta in pochi decenni a numerosissime possibilità e strade indirizzate alla creazione di molteplici tipologie di modelli digitali tridimensionali, differenti per strutturazione, funzionalità, finalità, rappresentazione, ecc. In questo senso, infatti, esistono oggi numerosissimi software volti alla creazione dei più disparati modelli: sono proprio tali rappresentazioni a mutare oggi di significato, necessitando di una profonda analisi, in funzione del prodotto finale da rappresentare¹⁴. La rappresentazione diviene dunque il tramite attraverso la quale raffigurare una specifica realtà secondo differenti chiavi di lettura, capaci di coprire in un unico sistema di rappresentazione, la totalità dei meccanismi di “visione” possibili: da un lato forniscono le medesime prestazioni dei modelli iconici, dall'altro di quelli non-iconici, vale a dire modelli diagrammatici e matematici¹⁵.

Il modello rappresenta dunque l'espressione ultima della rappresentazione digitale, attraverso il quale diffondere teorie, informazioni, nozioni e progetti. In quanto indirizzato a differenti finalità, il livello di dettaglio al quale è assoggettato risulta essere estremamente variabile, in funzione del messaggio da comunicare, oltre alla propedeutica scelta in merito alla scala di rappresentazione del modello stesso, di pari passo con la scala di dettaglio¹⁶.

Riprendendo le nozioni attinenti il rapporto tra disegno tradizionale e digitale, se, da un lato, il “modello” rappresentativo ottenuto mediante le tecniche del disegno tradizionale si configura per lo più come un'interpretazione “astratta” della realtà architettonica che si vuole rappresentare, dall'altro, la creazione del modello digitale mira a essere costituito unicamente dall'oggettività della

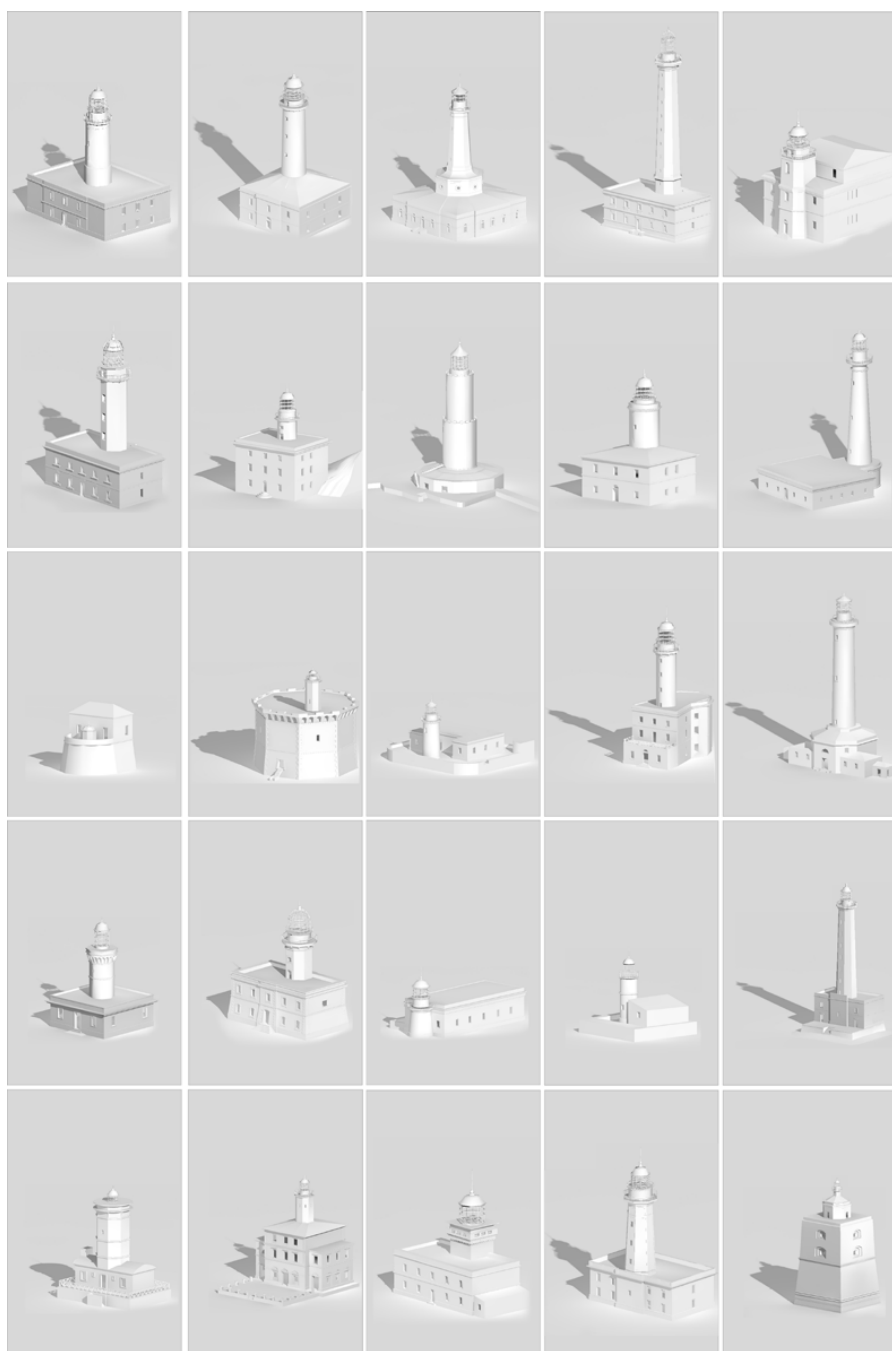


Fig. 5 Modelli tridimensionali di alcuni fari italiani.

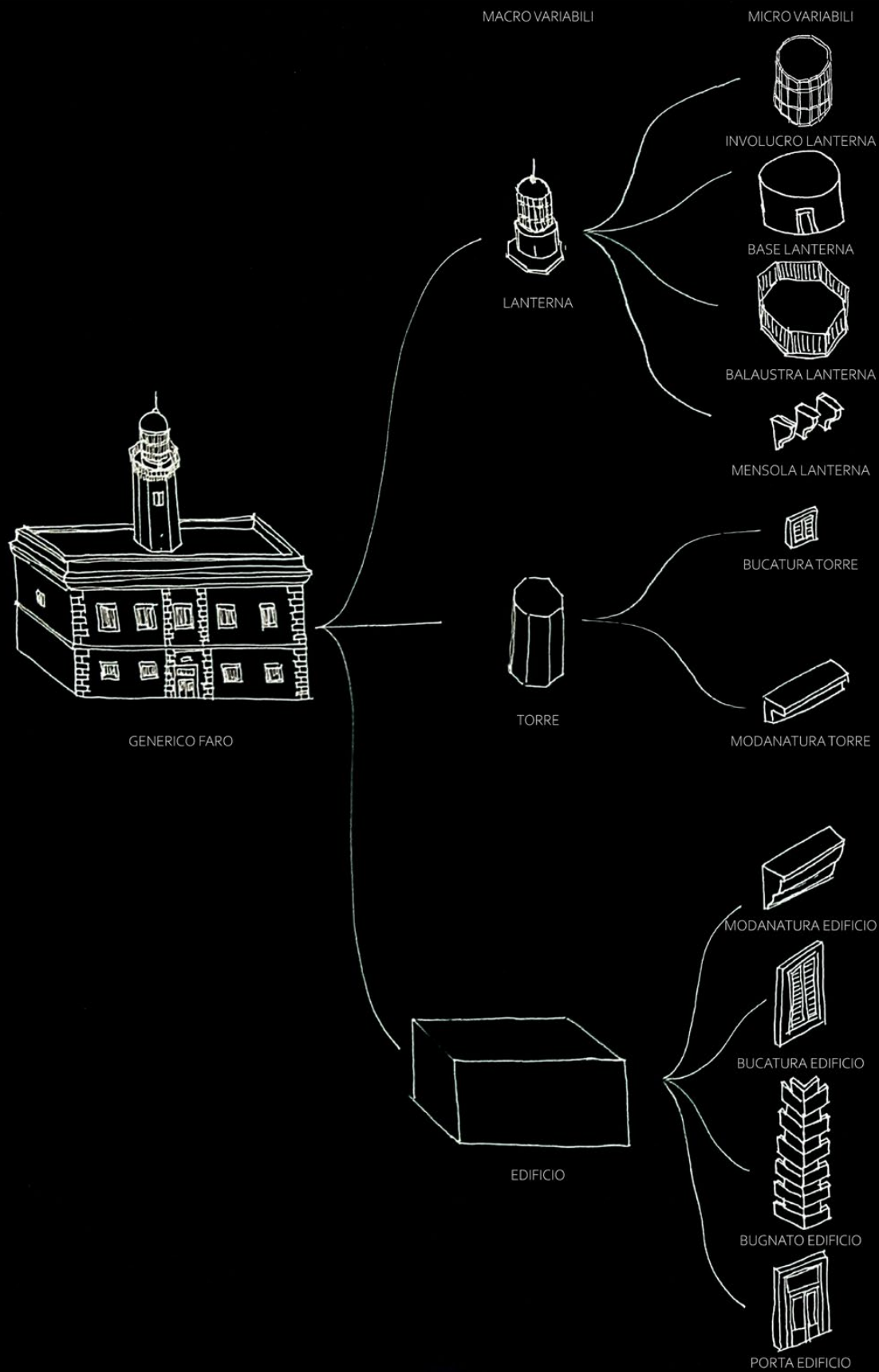
realtà. In questo senso, i modelli geometrici creati su software quali AutoCAD si configurano come rappresentazioni oggettive, precedute da opportuni rilievi e, al tempo stesso, “isolati”, in quanto modelli composti da elementi non connessi tra loro e non caratterizzati da specifiche caratteristiche materiche, archivistiche, regole o logiche (fig. 4). Il concetto di rappresentazione inserito nell’ambito del Building Information Modeling, invece, rappresenta una vera rivoluzione nell’ambito della rappresentazione dell’edificio su modelli universalmente riconosciuti, spostando l’attenzione dal puro segno grafico all’essenza univoca nell’ambito della codificazione e semantizzazione di un oggetto reale¹⁷.

La modellazione BIM mediante associazioni biunivoche tra il dato alfanumerico e il dato grafico – a differenza dei precedenti modelli basati su primitive grafiche quali punti, linee e archi – diviene oggetto strumento per l’acquisizione di una serie di dati connessi da logiche e sintassi comuni all’architettura quali muri, finestre, solai, ecc. Questa tipologia di modelli sono dunque caratterizzati da un comportamento di tipo “intelligente”, dato non solo dalla capacità d’implementazione dei dati ma anche dalle relazioni generabili in rapporto agli elementi creati¹⁸.

Note

1. BECATTINI GIACOMO, *Modelli locali di sviluppo*, Il Mulino, Bologna, 1989.
2. La prima e fondamentale sfida indirizzata alla costruzione e al consolidamento di una rete di valorizzazione del patrimonio culturale, da associare alla catalogazione digitale, al fine di rendere la conoscenza più democratica, omogenea e alla portata di tutti, attraverso la quale proteggere la memoria e il valore di ogni società. BARBUTI NICOLA, DE FELICE GIULIANO, DI ZANNI ANNALISA, RUSSO PAOLO, VALENTINI ALTHEO, *Creating Digital Culture by digitizing Cultural Heritage: the Crowddreaming living lab method*, in “Umanistica Digitale”, 5(9), 2020, pp. 19-34.
3. BRANCHESI LIDA (a cura di), *Il patrimonio culturale e la sua pedagogia per l’Europa*, Armando editore, Roma, 2006.
4. Come descritto nella prima parte del libro, risulta infatti possibile rintracciare una solida identità unitaria di questi territori, composta da culture, colori, climi e linguaggi. Unitamente a questo tipo di caratteristiche è infatti possibile delineare un “linguaggio Mediterraneo” capace di caratterizzare non solo le culture e i climi ma anche le architetture costiere, verso la costruzione di un alfabeto architettonico-semantico. In questo senso, si sottolinea come sia effettivamente presente in questo tipo di architetture un linguaggio compositivo e una semantica architettonica ricorrente, attraverso la quale estendere la metodologia a differenti paesi.
5. In questo senso, è da precisare come le strutture in acciaio, ovvero i tralicci e i fanali posti all’ingresso dei porti con luce rossa o verde, non rappresentino un campione adatto alla classificazione proposta in quanto costituiscono dei sistemi non adatti alla scomposizione e all’analisi semantica attuata nella fase sperimentale.

6. Definiti e individuati gli elementi di base, si è dunque proceduto alla classificazione degli elementi accessori, afferenti a ogni singola macro variabile. Per la macro variabile “edificio” si sono individuati: i livelli che compongono l’edificio; l’eventuale presenza di bugnati angolari; la tipologia delle modanature e la tipologia delle bucature. Per la macro-variante “torre” si sono individuati: la sezione in pianta della torre; l’eventuale presenza di rastremazione della geometria in alzato; la tipologia delle modanature; la tipologia delle bucature e l’eventuale presenza di mensole sottostanti alla galleria. Infine, per la macro variabile “lanterna” si sono individuate: la tipologia di balaustra nella galleria e la tipologia di guscio che va a proteggere la lente e, dunque, l’emissione luminosa
7. GARAGNANI SIMONE, *Scatole cinesi - Modelli digitali d’architettura tra CAAD e BIM*, Kindle, Amazon Kindle, 2012.
8. LENTZ JOHN, *A New Approach to Small-Computer Programming and Control*, in “IBM Journal of Research and Development”, Vol.2, No.1, 2018, p.72.
9. BIANCHINI CARLO, INGLESE CARLO, IPPOLITO ALFONSO, *Il contributo della Rappresentazione nel Building Information Modeling (BIM) per la gestione del costruito. The role of BIM for representation and managing of built and historic artefacts*, in “DISEGNARE-CON”, vol. 9, n. 16, 2016, pp. 10.1 - 10.9.
10. CARDONE VITO, *Modelli grafici e modelli informatici*, in DELL’AQUILA MARIELLA, DE ROSA AGOSTINO (a cura di), *Proiezione ed Immagine: la logica della rappresentazione*, vol. 1, Arte Tipografica, Napoli, 2020.
11. REMONDINO FABIO, *Rilievo e modellazione 3D di siti e architetture complesse*, in “DISEGNARECON”, vol. 4, n. 8, 2011, pp. 90-98.
12. SDEGNO ALBERTO, *Tra CAAD e BIM*, in “Dn - Building Informatino Modeling, Data & Semantics”, n. 1, 2017, pp. 76- 88.
13. MANDELLI EMMA, VELO ELIVA, *Il modello in Architettura. Cultura scientifica e rappresentazione*, Alinea editrice, Firenze, 2010.
14. DOCCI, MARIO, *Disegno e analisi grafica*, Laterza, Bari, 2009.
15. GAIANI MARCO, *Del disegno e del modello: rappresentazioni per il disegno industriale*, in MIGLIARI RICCARDO (a cura di). *Disegno come Modello*, Roma, edizioni Kappa, 2004.
16. EMLER TOMMASO, *ICT per il Cultural Heritage. Rappresentare, Comunicare, Divulgare*, DEI, Roma, 2017.
17. SCANDURRA SIMONA, *La modellazione informativa del patrimonio architettonico. Sperimentazioni e processi Cloud-TO-HBIM*, Aracne editore, Roma, 2020
18. OSELLO ANNA, *Il BIM, il GIS e la AR per il FM*, in Osello Anna (a cura di), *Building Information Modeling - Geographic Information System - Augmented Reality per il Facility Managment*, Dario Flaccovio editore, Palermo, 2015.



7. Modellazione semantica parametrica

Se nel corso dei primi capitoli ci si è focalizzati sulla definizione di uno stato dell'arte prettamente storico – indirizzato alla configurazione storico-tecnologico-spaziale del Mediterraneo e dei fari che ricadono in questa fenditura di terra – la seconda parte vede la necessaria prosecuzione di quella che vuole essere una metodologia fondata sulla definizione e sulla classificazione geometrica dei fari, capitolo di transizione utile alla definizione delle geometrie fondamentali, dei linguaggi e dei rapporti. La terza parte, del quale il presente capitolo ne costituisce parte integrante, diviene l'esplicitazione di una metodologia sperimentale, che individua nel processo di catalogazione e di classificazione dei fari del Mediterraneo l'input metodologico attraverso il quale modellare digitalmente e connettere i dati dell'intero apparato architettonico costiero.

L'incipit della metodologia indirizzata ai fari può essere in parte ricondotta a quella che viene definita da Andrea Tiveron¹ come un "metodo al contrario", ossia un sistema d'implementazione dei processi organizzativi sulla base di azioni chiare e definite da compiere, capaci di consentire un sicuro "raggiungimento degli obiettivi", mediante una metodologia automatizzata².

La metodologia qui proposta riprende in parte i concetti espressi nel "metodo al contrario" di Tiveron, in cui la "gestione" viene posta in essere attraverso la decodifica del linguaggio architettonico-informativo degli edifici costieri, fino al "raggiungimento degli obiettivi" attraverso la loro "ricomposizione" applicativa su specifici casi studio. Coerentemente a tale metodo, il punto di partenza della metodologia è definito dalla catalogazione dei dati fino a giungere all'esplicitazione del singolo caso studio, "obiettivo" ottenuto mediante un approccio di tipo top-down³, vale a dire una scomposizione per parti già posta in essere nell'ambito della catalogazione dei dati.

Si vogliono dunque illustrare di seguito gli sviluppi teorico-applicativi della metodologia, indirizzata all'ottimizzazione dei processi di modellazione parametrica del patrimonio costiero, attraverso la creazione di un "modello di progetto dei fari italiani". In questo senso, al fine di ridurre i tempi di modellazione, il "modello di progetto" viene dunque strutturato in funzione dei tre volumi – precedentemente definiti macro variabili, ossia l'edificio, la torre e la lanterna – e sulle relative caratteristiche architettoniche inseriti in essi, al fine di creare un "database semantico parametrico" basato su famiglie caricabili e di sistema, attraverso il quale generare in modo più agevole un modello tridimensionale dei casi studio appartenenti ai fari italiani, oltre a costituire una base informativa associata alle caratteristiche architettoniche.

7.1. Il BIM e l'HBIM

Prima di addentrarci nel merito della sperimentazione metodologica, risulta necessario esplicitare una breve introduzione riguardo alla nascita del BIM e della sua evoluzione nell'ambito delle nuove costruzioni e degli edifici esistenti. È intorno agli anni '60 che d.C. Engelbart inizia a lavorare sull'ipotesi di modelli di oggetti digitali dotati di autonomia, capaci di agevolare il percorso di progettazione di un edificio⁴, teorizzando la possibile creazione di elementi architettonici mediante la modifica di specifici parametri di base connessi tra loro attraverso database.

Questo tipo di gestione dei dati prende forma già nel 1969, grazie alla fondazione ESRI, con la nascita dei sistemi oggi chiamati GIS – Geographical Information System – nei quali ai sistemi di documentazione e di analisi territoriale viene integrata la rappresentazione cartografica nell'ambito della memorizzazione del dato, consentendo ancora oggi la possibilità di documentare tridimensionalmente un territorio su scala vasta⁵. È solo nel 1971, a Pittsburgh, che Charles M. Eastman⁶ conia il termine BDS – Building Description System – padre di quello che poi sarà formalizzato e definito nel 2002 da J. Laiserin con l'acronimo di BIM⁷.

Il BIM, in comune con quanto teorizzato precedentemente da Engelbart nel 1962, attira a sé la possibilità di strutturare in liste interconnesse i dati, al fine di agevolare il lavoro degli operatori edili, configurandosi fino a quel momento come strumento prettamente indirizzato al mondo delle nuove costruzioni. In questo contesto, l'intento è quello di poter dare vita alla composizione automatica di disegni architettonici mediante la sistematizzazione di algoritmi specifici indirizzati all'automatizzazione⁸, proposto qualche anno dopo dallo stesso Eastman. Al contempo, J. Souder e W. Clark ideano il sistema di CoPlanner di Computer Aided Planning, indirizzando i processi al controllo grafico e statistico delle suddivisioni funzionali nell'ambiente ospedaliero, sperimentando dunque nuove frontiere di questa metodologia⁹.

Per l'avvio dei processi BIM, pensati come li intendiamo oggi, si è dovuto però attendere numerosi anni, nel corso dei quali si è definito un protocollo univoco di modellazione, ben distante dai processi modellativi dei software tradizionali. La vera rivoluzione nell'ambito della modellazione parametrica è da individuarsi proprio nel concetto di rappresentazione, modellazione e trasposizione della realtà rispetto a un modello tridimensionale digitale inserito in un contesto archivistico d'informazioni, fondato su definite regole e logiche di gestione, di categorie e di classi. Il cambiamento attribuito ai processi metodologici viene confermato dalla definizione della parola "modellazione", in quanto approccio indirizzato per lo più alla riproduzione e rappresentazione della realtà, peccando di trasparenza e rigore, caratteristiche insite nel processo BIM¹⁰.

In questo senso, infatti, la costruzione di volumi non si limita ad essere una mera schematizzazione geometrica indipendente ma, al contrario, sono gli stessi volumi a mirare alla connessione tra loro. L'evoluzione nell'ambito della modellazione è definito con chiarezza da Pavan¹¹ attraverso l'analisi della rappresentazione di un muro: in un disegno a mano il muro sarà rappresentato da due linee parallele a una definita distanza; su CAD la rappresentazione sarà la medesima, in cui le linee rappresentate sono lette dal computer come semplici linee e non come muri; in BIM il muro viene creato esattamente come oggetto corrispondente a livello geometrico e materico alla realtà.

La rappresentazione tridimensionale diventa dunque coerente con le informazioni da trasmettere, mezzo visuale di dati chiari, in grado di essere sincronizzati con i differenti attori inseriti nell'ambito della progettazione, rivoluzionando totalmente il rapporto intercorso tra la realtà e la modellazione, aprendo la strada a infiniti percorsi di ricerca alternativi. Il Building Information Modeling, dunque, si configura oggi come uno strumento dall'alto valore sperimentale e innovativo nell'ambito non solo delle nuove costruzioni ma anche per la gestione e la valorizzazione del patrimonio storico costruito¹², processi contraddistinti da approcci procedurali differenti.

In questo senso, se per le nuove costruzioni si garantisce il pieno controllo di tutte le fasi della progettazione e di vita dell'edificio, dall'altro, per il costruito, è ancora aperto il dibattito inerente ai processi più efficaci per la loro modellazione e valorizzazione, attraverso i quali sviluppare tecnologie e metodologie di archiviazione e di gestione¹³. L'importanza e l'attualità di questi temi risultano essere ormai chiari e innegabili, come evidenzia l'interesse da parte dell'UNESCO, in merito al rapporto tra il patrimonio architettonico e la sua digitalizzazione¹⁴. Questo perchè la rappresentazione contemporanea del patrimonio costruito muta nella forma e nella rappresentazione, sia analogica che digitale, verso una visione immersiva e conoscitiva del bene.

La modellazione del patrimonio costruito – processo definito da Murphy con il termine HBIM¹⁵ – rintraccia la sua prima essenza nella creazione di una "replica virtuale" quasi del tutto conforme al reale, frutto di numerose misurazioni e rilievi, al fine di ottenere un modello utile a scala esecutiva e, dunque, attraverso il quale

intraprendere azioni mirate al restauro, al consolidamento, ecc.¹⁶. Al tempo stesso, la creazione di modelli basati su documentazioni storiche, immagini e pitture – ovvero tutte fonti documentali non direttamente riconducibili a un rilievo diretto/indiretto da parte dell'operatore – rendono possibile la creazione di modelli tridimensionali molto vicini alla realtà architettonica esistente o passata, attraverso la quale intraprendere percorsi di valorizzazione e disseminazione di tipo visuale, interattivo e conoscitivo^{17, 18}.

Questo tipo di metodologia indirizzata al patrimonio costruito è ancora oggi soggetta a numerose difficoltà, principalmente in fase di modellazione parametrica, in conseguenza della rigida predisposizione del programma per la creazione di elementi parametrici individuati e racchiusi in "librerie" di oggetti digitali estremamente standardizzati, dunque poco adattabili alla vastissima caratterizzazione e unicità degli elementi costituenti il patrimonio culturale esistente. Nonostante l'oggettiva difficoltà riservata alla modellazione del patrimonio costruito in ambiente BIM, oggi si necessitano ugualmente di modelli tridimensionali sempre più adattivi, capaci di accogliere e integrare i dati in continuo itinere.

L'approccio tradizionale in ambito HBIM prevede l'acquisizione dei dati storici, documentali e della consistenza architettonica, attraverso la quale descrivere lo stato di fatto dell'oggetto in esame nella sua essenza geometrica, cromatica e materica. Si tratta del processo Scan-to-BIM, in cui le condizioni reali della struttura vengono acquisite mediante rilievo e riportate nei sistemi BIM, a favore della relativa trasposizione parametrica. Il risultato è un processo modellativo parzialmente performante in quanto, la nuvola di punti acquisita si configura essere come una mera superficie, un calco sul quale modellare gli elementi tridimensionali parametrici, rendendo il processo Scan-to-BIM composto da una preponderante modellazione manuale in quanto costituita da elementi unici, ossia distanti dalle famiglie preesistenti nel software di modellazione.

Sono ancora numerose le ricerche in itinere indirizzate all'ottimizzazione dei processi di modellazione del patrimonio costruito, nelle quali paesi quali l'Italia, il Canada, la Gran Bretagna e l'Irlanda si definiscono come territori cardine nell'ambito dell'innovazione parametrica. Secondo una disamina di quelli che sono gli apporti scientifici consultati¹⁹, risulta possibile individuare dei punti cardine verso i quali il sistema scientifico nazionale e internazionale si sta muovendo nell'ambito della modellazione in ambito parametrico del patrimonio storico²⁰: procedure e metodologie più adeguate indirizzate alla modellazione semantica di oggetti BIM; creazione di librerie specifiche al fine di ottimizzare i processi di modellazione del patrimonio storico; organizzazione dei dati per il facility management; trattamento dei dati, degli oggetti e delle relazioni incerte nell'ambito della conoscenza del patrimonio storico. È proprio sui primi due punti che si fonda la metodologia modellativa qui proposta, traendo la sua forza nell'effettiva e appena esposta carenza di modelli e processi adattivi indirizzati al patrimonio costruito, caratterizzato da elementi unici e "ricorrenti".

7.2. La gestione della conoscenza: il modello di progetto

L'uso della metodologia BIM applicata al costruito include, come appena trattato, una necessaria acquisizione dei dati, di tipo materiale e immateriale, ovvero, una sfida ancora oggi attuale nell'ambito dell'estrazione delle informazioni, della loro analisi e della relativa aggregazione nel modello, per le quali le scienze ontologiche e semantiche si caratterizzano come azioni efficaci a garantirne l'interoperabilità e la riproducibilità²¹. In questo senso, la scelta di elaborare una metodologia applicata al patrimonio esistente ci mette di fronte a una prima problematica connessa a questa tipologia di architetture: le informazioni. È infatti noto come le informazioni iniziali del manufatto, fondamentali per la comprensione dell'architettura, risultino spesso essere eterogenee tra loro. L'abilità del ricercatore risiede proprio nella capacità di intercettare le informazioni corrette da inserire, nonché di individuare e classificare le relazioni in una metodologia creata su misura.

Raccolti i dati archivistici, storici e geometrici del manufatto da modellare, risulta dunque necessario comprendere a livello teorico l'unificazione del processo modellativo nel software parametrico. Infatti, terminata quella che è la fase indirizzata alla profonda conoscenza dei dati del manufatto, la cui connessione viene delegata di seguito al software ontologico, risulta possibile intraprendere due strade, in funzione della strategia di modellazione parametrica da adottare: utilizzare un modello di default fornito da programmi quale Revit, rendendo il lavoro di modellazione più lento e univoco o intraprendere la creazione di un proprio file di modello, detto *template*, modificando la struttura del database e dei dati inseriti, adattati alle proprie finalità.

Il software Revit infatti, rende possibile l'utilizzo di differenti estensioni di file dalle diverse funzioni e caratteristiche tra le quali ricordiamo: le famiglie caricabili e di sistema (.rfa); i file di progetto (.rvt) e i file di modello di progetto (.rfe). Questi ultimi sono file di modello precaricati nell'ambito della creazione di un nuovo progetto Revit, contenenti le impostazioni fisse create e le famiglie già inserite, facilitando il processo di modellazione di elementi in serie o afferenti a caratteristiche comuni.

Al fine di ottenere un modello indirizzato a più casi studio – processo particolarmente valido nell'ambito della modellazione parametrica applicata al costruito storico²² – risulta necessario definire in maniera minuziosa lo scopo del modello parametrico e, di conseguenza, di ciò che si vuole modellare, al fine di ottenere un'organizzazione sistematica degli elementi, evitando di creare una struttura eccessivamente rigida che potrebbe ostacolare i processi di modellazione. La creazione di un file "modello di progetto" agevola dunque universalmente il professionista nell'ambito della modellazione e della gestione parametrica di elementi ricorrenti, evitando di settare non solo l'interfaccia ma anche le librerie presenti nel modello.

In definitiva, questo tipo di processo risulta essere particolarmente performante nell'ambito di uno studio semantico fondato sulla ricorrenza e sulla classificazione degli elementi, costituendo una solida base attraverso il quale sviluppare la metodologia di progetto. In questo senso, la creazione di un modello di progetto di base in cui racchiudere tutte le tipologie semantiche, per mezzo di famiglie caricabili o di sistema, meglio esplicitate nei prossimi paragrafi, rende possibile una modellazione più speditiva e adattiva nei confronti di differenti casi studio e di diverse finalità di utilizzo. Nel prossimo paragrafo si vuole dunque esplicitare la classificazione semantica posta alla base del processo metodologico: dall'uso e dalla trasposizione delle prime teorie semantiche modellate in Dynamo alla creazione del "modello di progetto dei fari Italiani".

7.3. Sviluppo di una metodologia parametrica: la scomposizione semantica

La creazione di un workflow metodologico indirizzato alla valorizzazione del patrimonio costiero si basa, come più volte detto, sulla raccolta dei dati e sulla catalogazione e gestione degli stessi, costituendo il primo presupposto per la creazione di una metodologia replicabile, per la quale le fonti e la scientificità del materiale risultano essere gli elementi fondamentali per uno studio attendibile, validabile e ampliabile. La raccolta dei dati appena citata trova la sua genesi nell'intercettazione di due macrogruppi di ricerca: tecnico/storico e geometrico/semantico.

Prima di addentrarci in quella che è la scelta puntuale nell'ambito della classificazione semantica dei fari, e della relativa definizione dei livelli di dettaglio, risulta necessario espletare una breve disamina nell'ambito della semantica e della classificazione degli elementi afferenti il patrimonio culturale, tra punti di forza e criticità. In questo senso, la prima criticità da sottolineare riguarda senza dubbio l'eterogeneità degli elementi architettonici. Quando si parla di patrimonio storico, infatti, si ha quasi sempre a che fare con manufatti definiti da caratteristiche differenti e forme irregolari, difficilmente riconducibili a soluzioni standard, unitamente a documentazioni di dati spesso frammentarie²³.

Nel caso dei fari del Mediterraneo, la caratterizzazione delle architetture costiere permette di superare quasi totalmente l'ostacolo dell'unicità degli elementi in quanto architetture quasi del tutto costituite da un apparato geometrico ricorrente e omogeneo²⁴, un'architettura "caratterizzata"²⁵, seppur non esente da elementi di unicità.

In questo senso, come sostenuto da Brusaporci²⁶: «La specificità, l'eterogeneità e la molteplicità delle informazioni richiedono la creazione di database adeguati, in grado di registrare, gestire, analizzare e correlare informazioni più complesse di quelle tradizionalmente offerte dal BIM sul mercato». Nell'ambito della scomposizione, l'individuazione puntuale degli

elementi costituenti l'architettura non è da pensare come processo indirizzato all'isolamento degli stessi ma, al contrario, all'analisi puntuale degli elementi in rapporto alla loro interezza, riscoprendo la connessione tra forma e significato: «Il problema centrale è pertanto quello di ricondurre la complessità ad un sistema, non più di segni, ma di elementi ontologicamente conclusi, la cui definizione è funzione degli obiettivi conoscitivi. La modellazione per oggetti si basa infatti su un diverso modo di affrontare il progetto di architettura e lo studio dell'esistente, predisponendo modelli multidimensionali condivisibili con altre professionalità, anche sulla base dell'interoperabilità tra software»²⁷. Nell'approccio semantico, si pone dunque l'attenzione non solo alla forma degli elementi ma anche al significato, rapporto capace di rendere ogni parte riconoscibile in maniera univoca nel contesto terminologico-architeturale.

Nell'ambito dell'individuazione e della catalogazione degli elementi architettonici, risultano essere già presenti delle azioni volte a rendere gli elementi passibili di una gerarchizzazione e identificazione attraverso codici univoci. Ne è un esempio l'Art & Architecture Thesaurus (AAT) del Getty Research Institute²⁸, ossia un vocabolario strutturato secondo elementi identificativi univoci riconosciuti a livello internazionale per la gerarchizzazione degli elementi e delle rispettive relazioni nell'ambito dell'architettura e dell'arte. Nello stesso settore di ricerca lavora anche l'ICOM CIDOC CRM²⁹, acronimo di Conceptual Reference Model, ossia uno strumento teorico e pratico indirizzato all'integrazione delle informazioni nell'ambito del patrimonio culturale. Il fine ultimo è quello di promuovere una comprensione condivisa delle informazioni nell'ambito dell'edilizia esistente, fornendo un quadro semantico sempre integrabile da informazioni aggiuntive³⁰. Infine, nel contesto italiano, ricordiamo l'Istituto Centrale per la Catalogazione e Documentazione³¹, che fornisce all'utente una serie di strumenti terminologici, al fine di garantire un vocabolario condiviso nel campo delle ricerche scientifiche, garantendo una corretta consultazione e fruizione delle stesse³².

La terminologia semantica si delinea dunque come una caratteristica fondamentale per la buona riuscita della metodologia in quanto, l'imposizione di termini ontologicamente e semanticamente riconosciuti, permette di generare, in primo luogo, una conoscenza universale e, in secondo luogo, di connettere saperi secondo differenti ambiti di studio. La composizione di una terminologia coerente, riportata sotto la voce "Glossario ontologico"³³, risulta dunque essere parte integrante nella scelta e nella definizione degli elementi semantici dell'edificio, seppur non del tutto performante nell'ambito dell'universalità della nomenclatura. Questo perché, nella definizione semantica delle architetture costiere, oltre a intercettare parzialmente gli elementi universalmente riconosciuti, si rende necessaria una semantizzazione customizzata, in virtù della peculiare composizione di questo tipo di architetture.

Un'ulteriore aspetto propedeutico all'elaborazione della scomposizione semantica dei fari è senza dubbio il livello di dettaglio individuato per la modellazione degli elementi. La creazione di una classificazione geometrico-semantica, infatti, attrae a sé la necessità di perseguire scelte preliminari alla modellazione, interrogandosi in merito alla finalità della modellazione e ai suoi utilizzi. Se, come precedentemente asserito, l'acquisizione della nuvola di punti e la conseguente modellazione della stessa in ambiente BIM permette la creazione di un modello estremamente simile a quello reale, è chiaro come non sempre questo livello di dettaglio si configuri come quello più adatto a tutte le esigenze. Tale indirizzo diviene infatti particolarmente performante nel caso di restauri e progetti di dettaglio, ma eccessivo nel caso di modelli indirizzati alla valorizzazione turistico culturale, per la realtà aumentata e per proiezioni didattiche; utilizzi che necessiterebbero un dettaglio inferiore, con la conseguente ottimizzazione delle tempistiche di produzione del modello stesso³⁴.

La scelta preliminare dell'obiettivo per il quale si sta realizzando il modello risulta dunque propedeutica alla definizione dell'accuratezza e del dettaglio del modello e dei relativi elementi³⁵. Come ricorda Anna Osello³⁶, infatti, i dati devono essere definiti caso per caso a partire da specifiche domande, tra le quali ricordiamo e citiamo: «quali/quante informazioni devono essere utilizzate?; quale formato è quello corretto per ogni tipo di informazione?; qual è il livello di dettaglio che deve essere raggiunto per ogni tipo di informazione?; quali informazioni dovrebbero essere omesse?».

In ambito BIM, infatti, i *Level of detail* e i *Level of Development*³⁷ (LOD) hanno il compito di fornire con precisione il livello di approfondimento delle informazioni contenute all'interno del modello, oltre a costituire un grado di definizione "universalmente accettato", seppur differente nelle diverse normative. Nel Regno Unito la normativa BIM PAS 1192-2 rappresenta lo standard di riferimento per quanto concerne lo scambio di informazioni parametriche definendo, dal 2013 in poi, dei Level Of Model Definition (LOMD), indirizzati alla descrizione del contenuto grafico dei modelli definitivi da una doppia binario: geometrico e informativo. In ambito americano³⁸, l'American Institute of Architects (AIA) ha pubblicato il protocollo AIA G202-2013, in cui vengono distinti cinque differenti LOD: si passa dal LOD 100, in cui «l'elemento è rappresentato in maniera generica o con un simbolo», al LOD 500, in cui «l'elemento rispecchia fedelmente la realtà, ed è una rappresentazione verificata in cantiere in termini di dimensioni, forma, posizione, quantità e orientamento». Tali livelli possono essere così concettualmente definiti: LOD 100, concettuale; LOD 200, geometria approssimativa; LOD 300, geometria precisa; LOD 400, costruttivo; LOD 500, *as-built*. In ambito italiano, la normativa è la UNI 11337-4:2017³⁹, articolata in cinque LOD⁴⁰ per la modellazione degli elementi *ex novo*, e ulteriori due livelli, LOD F e LOD G, per la modellazione *as-built*.

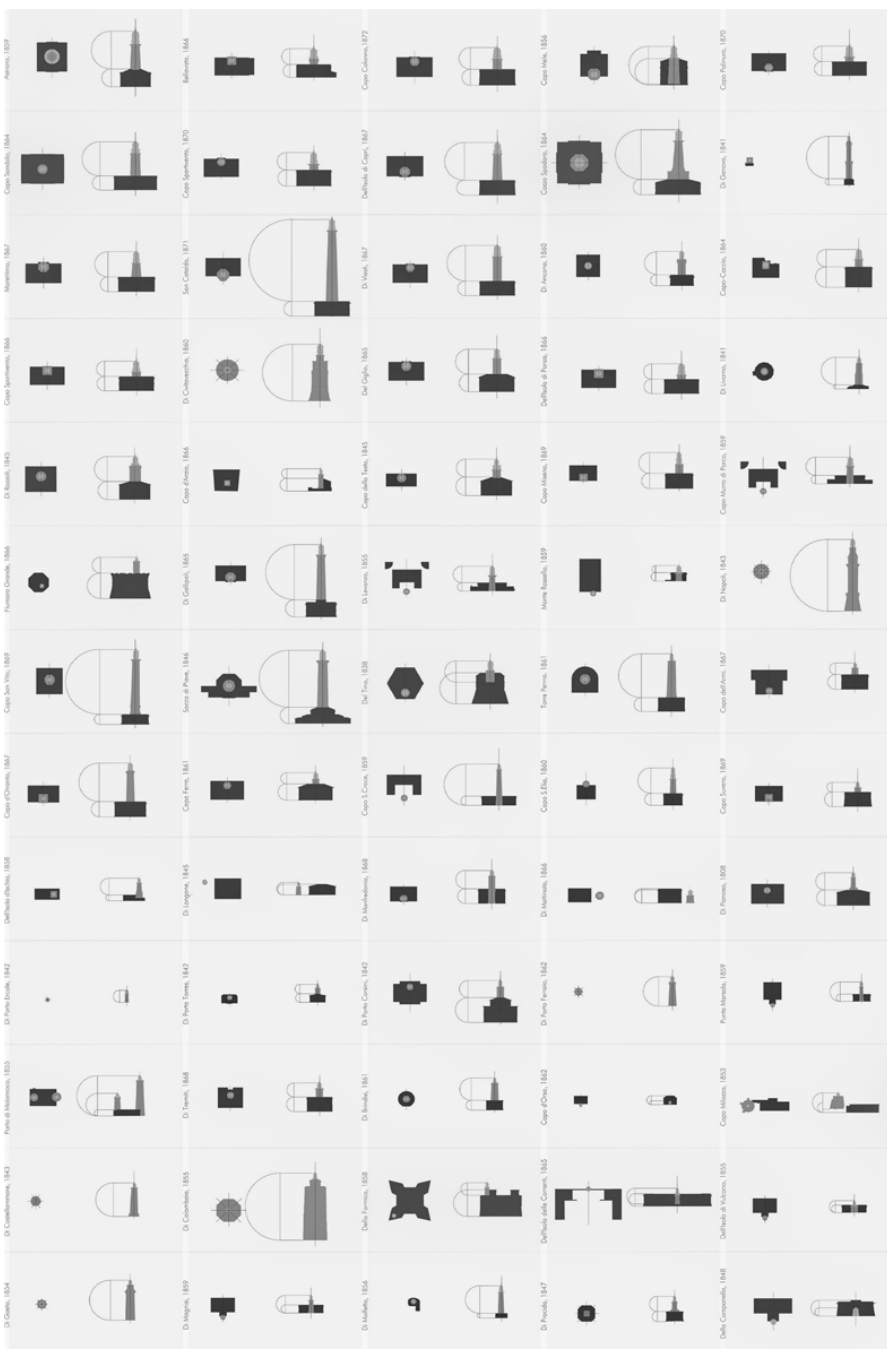


Fig. 1 Macro variabili dei fari.

La propedeutica individuazione dei LOD da raggiungere diviene il presupposto cardine per la definizione di una metodologia di lavoro indirizzata alla modellazione architettonica. In questo contesto, il concetto di LOD non si applica solo alla geometria ma anche all'affidabilità, all'accuratezza e alla trasparenza dell'elemento⁴¹, oltre a rappresentare una scelta fondamentale, utile all'ottimizzazione dei tempi di modellazione⁴².

Risulta a questo punto possibile effettuare la definitiva identificazione di quelli che sono gli elementi costitutivi del sistema-faro⁴³ e di come questi possano essere rappresentati in ambito parametrico. Per la tipologia architettonica del faro, sia esso situato in Italia o in un differente paese Mediterraneo, si sono dunque individuate delle specifiche categorie presenti in quasi la totalità dei casi studio: è il caso delle macro variabili e delle relative micro variabili, già precedentemente trattate. In questo senso, si ricorda come per le macro variabili del sistema faro si siano rintracciati gli elementi quali "edificio", "torre" e "lanterna" (fig. 1). Quest'ultime accolgono e inglobano a loro volta ulteriori caratteristiche peculiari, definite come micro variabili (fig. 2) e classificate in funzione alla macro variabile che le accoglie (fig. 3). Per l'elemento edificio ricordiamo come micro variabili: il numero di livelli, la tipologia di modanatura, la tipologia di bucatura, l'eventuale presenza di bugnati. Per l'elemento torre ricordiamo le micro variabili: la sezione in pianta; l'eventuale presenza di mensola; la presenza di rastremazione; la tipologia di modanatura; la tipologia di bucatura. Per l'elemento lanterna ricordiamo come micro variabili: la tipologia di balaustra e la sezione in pianta. Questo tipo di suddivisione rappresenta l'insieme di casistiche accomunate da una riproducibilità degli elementi, ossia associate da una "genericità". Individuate le generiche variabili, ci si è subito interrogati in merito al livello di dettaglio parametrico da ottenere, nonché alla metodologia più performante da adottare per la modellazione degli elementi.

La teorizzazione del processo di modellazione risulta essere la diretta conseguenza dell'apparato compositivo individuato per il sistema-faro e della relativa semantica ad esso connesso. In seguito a svariate prove e sperimentazioni, si è dunque individuato in Dynamo il sistema di programmazione più performante, attraverso il quale creare in maniera semi-automatica le tre macro variabili dei fari. Si è dunque proceduto con l'importazione degli elementi nel "modello di progetto dei fari Italiani" costruito in Revit, in seguito completato da tutte le famiglie caricabili e di sistema appartenenti alle micro variabili del sistema-faro.

L'utilizzo di tale metodologia rende possibile la creazione di modelli con un livello di dettaglio pari al 200, secondo classificazione americana, e a un LOD C secondo la normativa italiana, definendosi come i livelli più efficaci nel rapporto tempo/dettaglio, in quanto custodi delle volumetrie principali e degli elementi di dettaglio fondamentali, rappresentazione ottimale nell'ambito della valorizzazione e disseminazione del patrimonio culturale attraverso la realtà virtuale, la realtà aumentata e, dunque, in generale, alle esperienze didattico/conoscitive di tipo tattile e visuale⁴⁴.

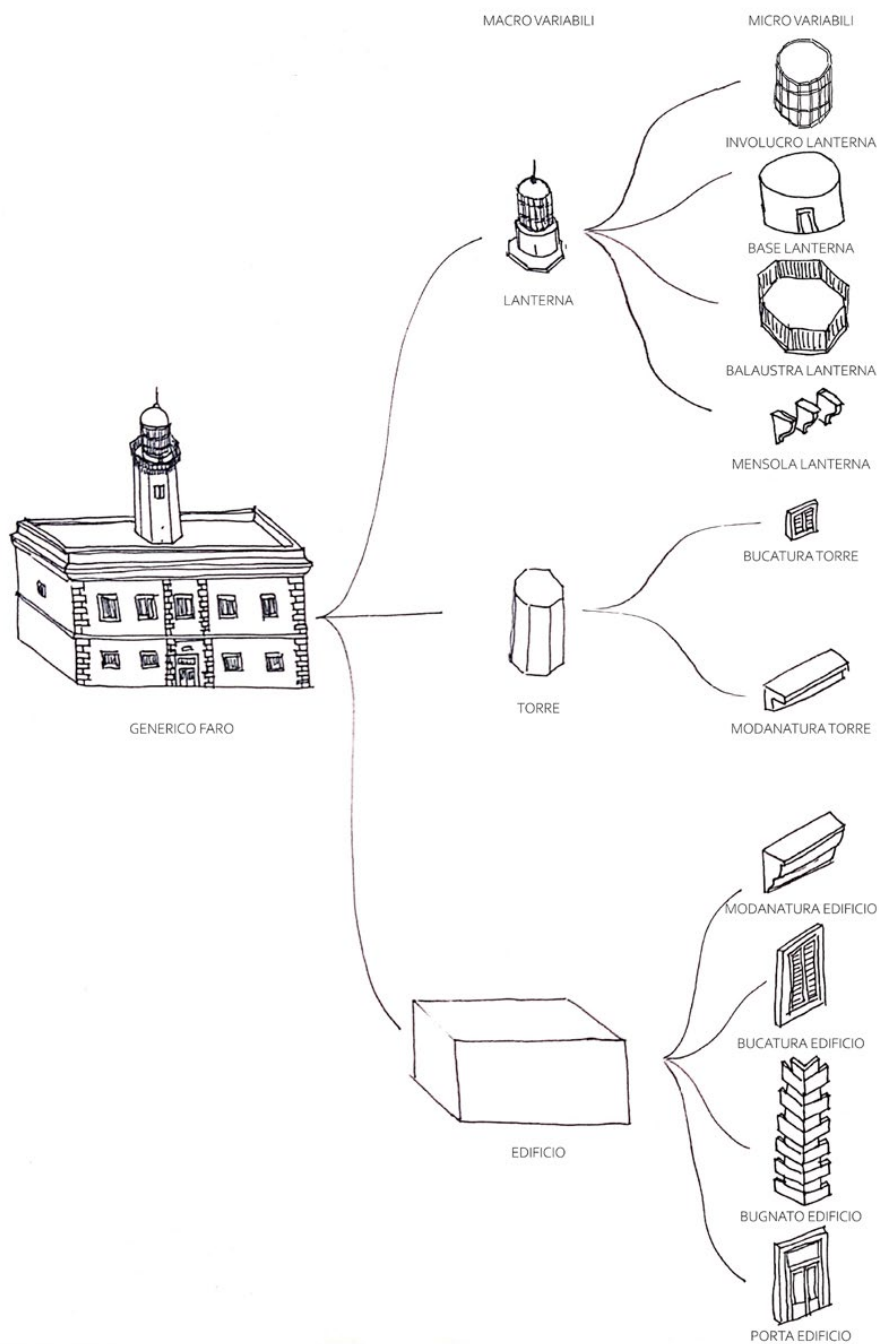


Fig. 2 Scomposizione semantica del sistema-faro.

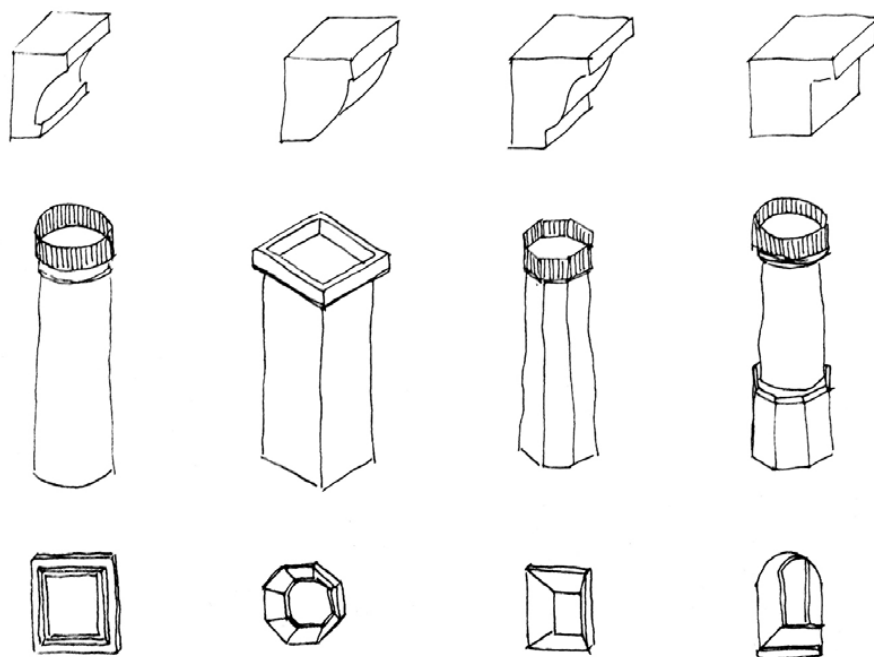


Fig. 3 Alcune macro e micro variabili dei fari.

7.4. Il modello di progetto dei fari italiani

L'utilizzo del plug-in Dynamo si configura come il principio formale e pratico della metodologia qui proposta. Il programma Dynamo⁴⁵ può essere definito come un'interfaccia di programmazione visuale attraverso il quale personalizzare il flusso di lavoro attinente la modellazione. Nello specifico, mediante il predetto flusso di lavoro, Dynamo riesce ad amplificare le capacità parametriche che caratterizzano Revit, attraverso lo sviluppo dei dati e della logica mediante la modifica di algoritmi grafici⁴⁶. La progettazione si configura dunque come un "progetto in codice", utilizzato da utenti specializzati con l'obiettivo di potenziare al massimo la personalizzazione degli elementi⁴⁷.

Nell'ambito del patrimonio costruito viene utilizzato, oltre che per la creazione di algoritmi personalizzati indirizzati all'automatizzazione del processo di creazione delle geometrie complesse e irregolari a partire da mesh o da modelli basati su nuvole di punti⁴⁸, per le seguenti finalità: supporto per la creazione di geometrie convenzionali, per la chiusura di mesh e per il loro trasferimento nei formati Revit IFC; modifica degli elementi Revit attraverso nodi incorporati che beneficiano della riduzione del coinvolgimento umano; integrazione tra gli elementi geometrici di Revit e la descrizione semantica dell'ontologia/database⁴⁹; analisi del modello HBIM quale, ad esempio, le caratteristiche dei materiali⁵⁰.

Nella metodologia parametrica qui proposta, Dynamo si configura come lo strumento ottimale per la rappresentazione adattiva di geometrie semplici da inserire in processi di modellazione sempre più specifici. In questo senso, si è proceduto con la creazione di un flusso di lavoro indirizzato alla modellazione delle tre macro variabili appartenenti al sistema-faro⁵¹, da modificare in maniera “automatizzata” attraverso i *number slider*, successivamente da importare in ambiente Revit, al netto delle modifiche metriche attinenti lo specifico caso studio.

È con l’elemento “edificio” che si dà inizio alla creazione del flusso di lavoro, seppur sia possibile procedere in maniera slegata rispetto al rapporto tra l’elemento e la base di appoggio. La creazione dell’algoritmo grafico appartenente all’elemento edificio si basa principalmente sull’identificazione puntuale degli angoli appartenenti alla geometria rettangolare e del relativo *offset*, al fine di creare un parallelepipedo modificabile in larghezza, lunghezza, altezza e spessore dell’*offset* murario, tramite i *number slider*(fig. 4).

Per la creazione dell’algoritmo visuale appartenente all’elemento torre il concetto di rappresentazione cambia. In questo senso, infatti, l’algoritmo si è fondato dapprima sulla creazione di un cerchio e del relativo *offset* murario, per poi essere connesso a un box attraverso il quale creare differenti poligoni regolari con origine appartenente al cerchio stesso. Come per l’elemento edificio, l’elemento torre può essere modificato mediante i *number slider* associati a: raggio, numero di poligoni, spessore dell’apparato murario, altezza dell’elemento e altezza dell’elemento dall’origine (fig. 5). La creazione dello script appartenente all’elemento lanterna si è sviluppato con il medesimo script dell’elemento torre, in quanto geometricamente assimilabile ad esso (fig. 6). I tre elementi sono stati dunque inseriti nel medesimo progetto, successivamente da importare nel modello di progetto di Revit (fig. 7).

Nell’ambito della modellazione tramite VPL, è da sottolineare come l’elemento cupola, posta superiormente alla lanterna, per ovvie ragioni sempre presente nella struttura di queste architetture, non venga assimilata come macro variabile nè, di conseguenza, come elemento da modellare nel processo di programmazione visuale. Questo perchè la cupola non può essere intesa come una “variabile”, in quanto comprendente unicamente delle variazioni in merito alla curvatura in sezione del medesimo elemento. Allo stesso tempo, seppur non sia inclusa nelle macro variabili del faro, rappresenta innegabilmente una struttura annessa all’elemento lanterna in quanto chiusura della stessa, ponendo in essere un necessario dibattito in merito alla sua inclusione nel processo di programmazione visuale. In questo senso, la relativa creazione su Dynamo renderebbe necessaria la creazione di una semisfera composta da mesh e dunque difficilmente gestibile anche per utenti esperti (fig. 8). La cupola sarà dunque successivamente realizzata mediante la creazione di una famiglia generica nel “modello di progetto dei fari italiani”, generata attraverso “estrusione su rivoluzione dello specifico profilo”, procedura maggiormente performante e speditiva.

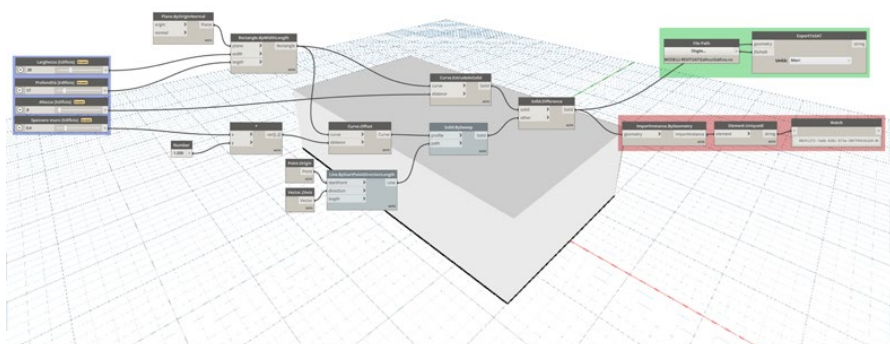


Fig. 4 Script Dynamo per la costruzione dell'elemento edificio.

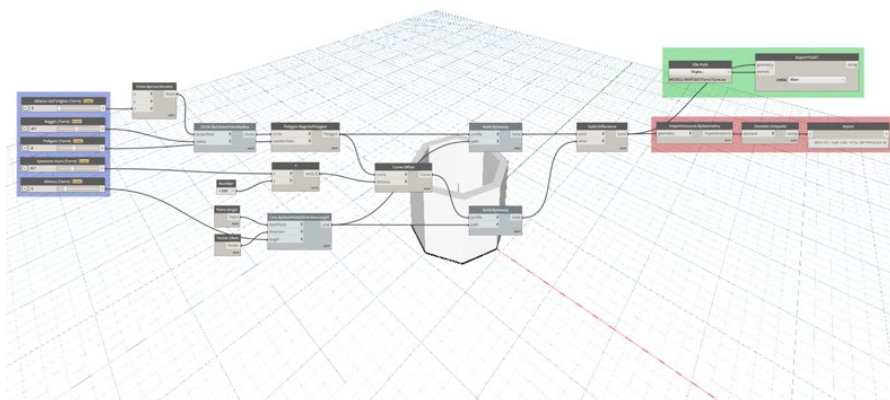


Fig. 5 Script Dynamo per la costruzione dell'elemento torre.

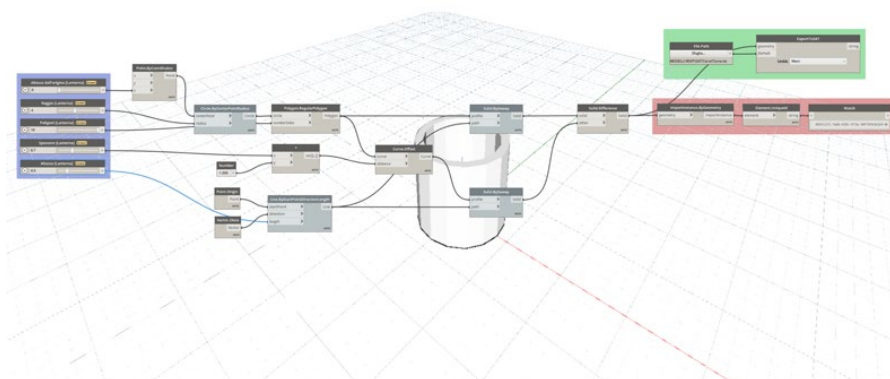


Fig. 6 Script Dynamo per la costruzione dell'elemento lanterna.

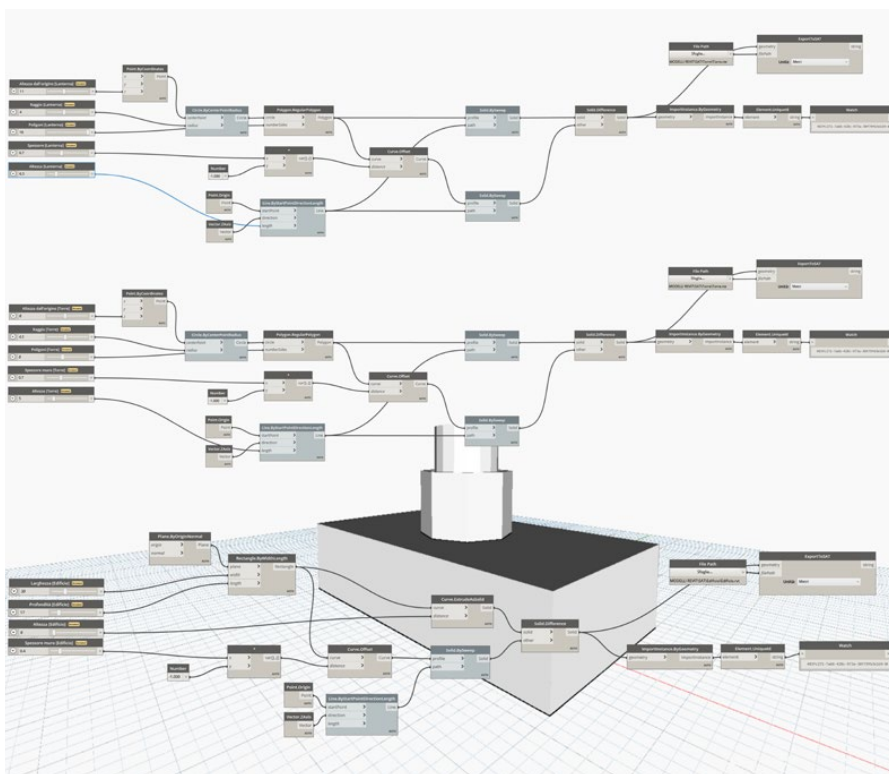


Fig. 7 Script Dynamo del generico sistema-faro.

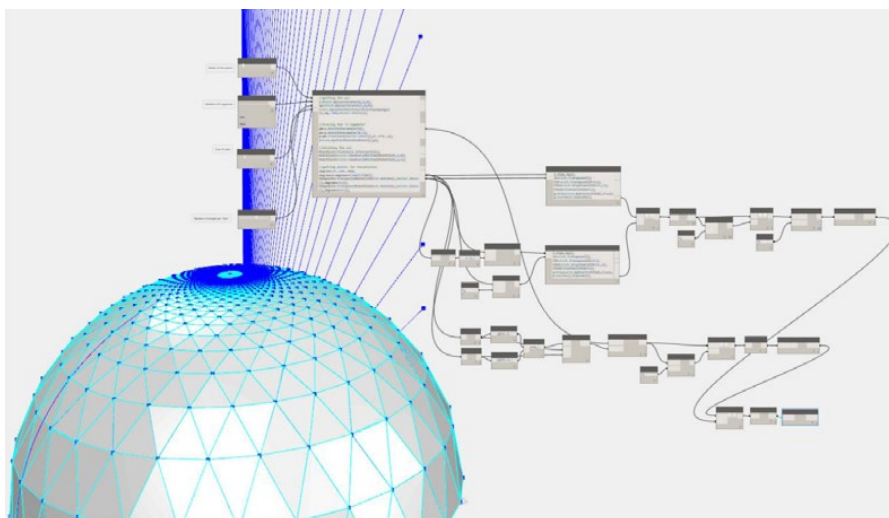


Fig. 8 Creazione di una semisfera mesh su Dynamo.

Creati gli algoritmi, e dunque le geometrie attinenti le macro variabili del sistema-faro, risulta a questo punto possibile salvare gli elementi in estensione .sat, attraverso la quale procedere con l'importazione in Revit, in questo caso già inseriti nel "modello di progetto dei fari Italiani", degli elementi modificati secondo le proprie necessità. L'utente, infatti, modificate le caratteristiche geometriche degli elementi dovrà semplicemente procedere con la "Ricarica" del file, presente nell'interfaccia Revit sotto la voce "Formati CAD", in "Gestisci collegamenti" (fig. 9). Procedendo con la "ricarica" del modello .sat, in funzione dei nuovi attributi geometrici assegnati, quest'ultimi saranno di conseguenza modificati e già inseriti nello spazio di lavoro Revit, pronti per essere usati come base per l'inserimento delle famiglie semantiche di seguito proposte.

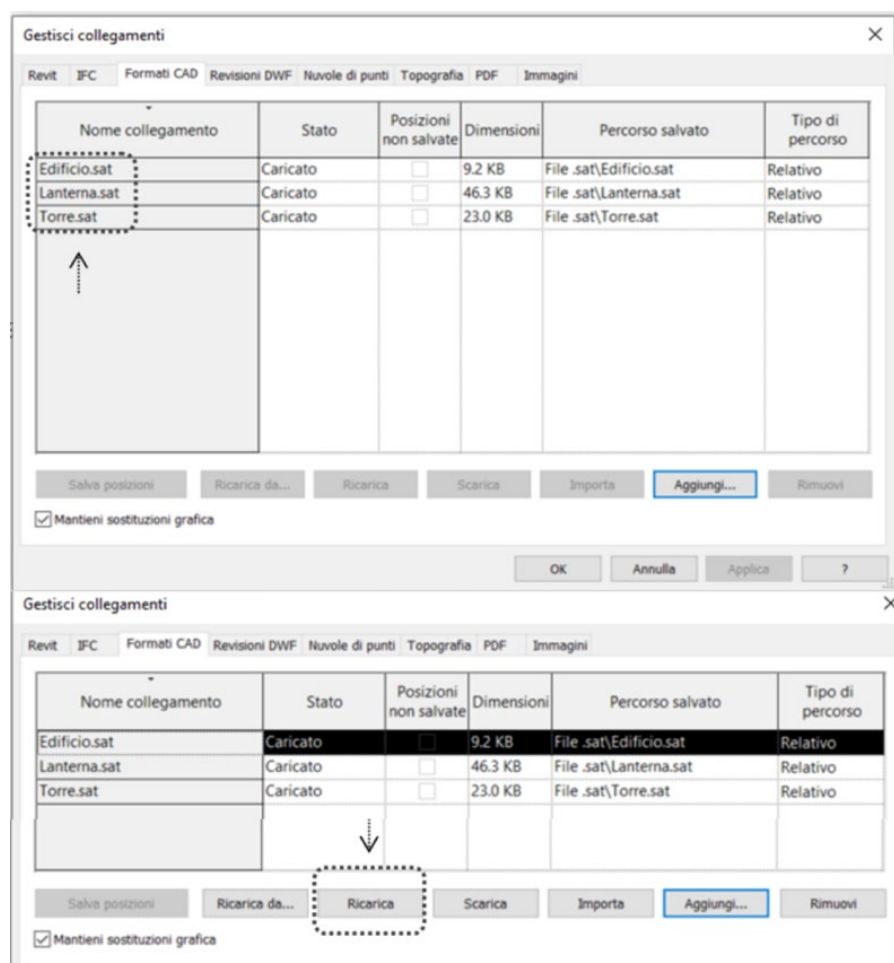


Fig. 9 Inserimento e ricarica del modello .sat, a partire da Dynamo.

Conclusa la trattazione e la relativa modellazione delle macro variabili del sistema-faro, risulta a questo punto necessario introdurre il concetto di famiglia nell'ambito del software parametrico, al fine di procedere con la trattazione pratica relativa alla creazione delle famiglie stesse. Questo perchè la scelta della tipologia di famiglia da utilizzare per la modellazione delle micro variabili su Revit risulta essere un aspetto fondamentale e propedeutico, al fine di garantire un semplice e immediato utilizzo dell'elemento architettonico.

Più nello specifico, le famiglie sono componenti parametriche di Autodesk Revit e consentono la creazione di svariate tipologie di elementi associati tra loro da informazioni di tipo geometrico, materico, di comportamento a sistema e contestuale⁵². Ogni elemento da realizzare in Revit deve essere modellato a partire da una famiglia, scegliendo tra di esse la più adatta, al fine di agevolare il processo modellativo e di garantire una corretta gestione e catalogazione dell'elemento.

Le famiglie parametriche possono essere distinte in tre tipologie: le famiglie di sistema, le famiglie *in place*, ossia locali, e i componenti standard. Le famiglie di sistema sono famiglie predefinite all'interno del programma e costituiscono gli elementi base di un edificio, quali le pareti, le porte, i pavimenti, le finestre, ecc. Non è possibile caricarle da file esterni, ciononostante è ugualmente possibile giungere a un elemento personalizzato a partire dagli elementi di base. Le famiglie locali, invece, sono famiglie create specificatamente per un modello e vengono create e caricate nei progetti a seconda delle esigenze e, non potendo essere inserite in nessun altro contesto, particolarmente adatte per la modellazione di elementi non replicabili. Questo tipo di famiglia viene creata in file esterni di estensione .rfa e successivamente importata o caricata di volta in volta nei progetti. I componenti standard o caricabili, infine, sono in assoluto le famiglie più comuni, possono essere inserite all'interno di progetti e in modelli di progetto, stabilendo una libreria di base dal quale attingere nel corso dei processi di modellazione. Questo tipo di famiglia viene spesso modellata all'esterno del progetto finale, ma sempre all'interno del programma Revit, o in generale BIM, spesso ospitate dalle famiglie di sistema⁵³. Gli elementi creati come componenti standard si costituiscono dunque come elementi che possono essere inseriti più volte in differenti modelli, configurandosi infatti come le famiglie più utilizzate nell'ambito della creazione del "modello di progetto dei fari italiani".

È da sottolineare come le famiglie – siano esse caricabili, locali o di sistema – vengano classificate nel software parametrico per categoria, consentendo dunque il raggruppamento degli elementi creati in delle *Content Libraries* o nel Browser di progetto, attraverso il quale modificare le proprietà di tipo e le istanze delle famiglie stesse. Modificando le proprietà di tipo si andranno a modificare tutte le informazioni applicate a tutte le istanze di tipo della famiglia selezionata. Le proprietà d'istanza, invece, contengono le informazioni relative a uno specifico elemento della famiglia inserita e, pertanto, le modifiche delle informazioni saranno apportate unicamente a una determinata istanza appartenente a una determinata famiglia.

La puntuale trattazione delle caratteristiche attinenti le differenti famiglie si configura come una disamina necessaria alla comprensione delle scelte indirizzate alla modellazione delle specifiche componenti semantiche connesse alla metodologia di modellazione architettonica costiera. Proseguendo con la trattazione del flusso metodologico, e ricordando come si siano già state inserite nel “modello di progetto dei fari italiani” le tre macro variabili del sistema-faro, risulta a questo punto necessario procedere con la creazione delle famiglie semantiche, siano esse di sistema o caricabili³⁴, attraverso la quale creare una specifica libreria attinente ai fari. Entrando nel vivo di quella che è la metodologia, si vuole dunque esplicitare la scelta puntuale delle famiglie associate alle diverse componenti semantiche del sistema-faro (fig. 10).

Per quanto riguarda le associazioni effettuate tra le tipologie di famiglia e gli elementi semantici da modellare, per le micro variabili “modanatura” – sia essa appartenente al sistema “edificio” o al sistema “torre” – e “bucatura” si è reso più performante l'utilizzo di una famiglia caricabile, rispettivamente, di tipo “profilo metrico” e “finestra metrica”. La famiglia caricabile di tipo “metrico generico basato su muro” è stata invece utilizzata per la micro variabile “bugnato”, in quanto direttamente hostata dall'elemento muro. Per la micro variabile “balaustra”, infine, ci si è serviti delle famiglie di sistema, modificando le famiglie già esistenti nel software parametrico.

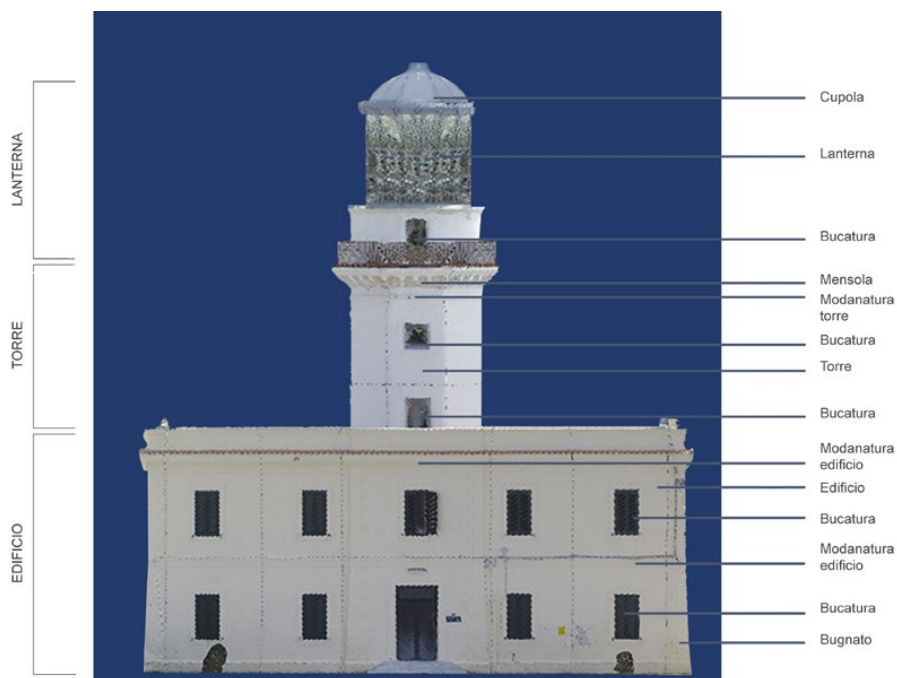


Fig. 10 Il faro di Capo Colonna: scomposizione in macro e micro variabili.

Tale elenco si configura unicamente come quadro riassuntivo e non esaustivo di quella che sarà la trattazione e la creazione effettiva delle famiglie da inserire nel “modello di progetto dei fari italiani”, nel corso dei quali saranno inoltre esposti i motivi delle scelte e delle classificazioni semantiche degli elementi.

Le famiglie di sistema, come già accennato, si configurano come delle famiglie già inserite nel software parametrico, principalmente indirizzate alla creazione degli elementi di base dell’edificio. Al fine di procedere alla modellazione degli elementi semantici dei fari italiani, si è scelto di usare questo tipo di famiglie unicamente per le balaustre, elementi già esistenti nell’interfaccia del software parametrico, alla voce “ringhiera”, rendendo meno complessa la creazione del template e, dall’altro, più speditivo l’uso degli elementi semantici nel processo di modellazione di uno specifico caso studio.

È da sottolineare, inoltre, come l’utilizzo di balaustre già presenti nel sistema si configuri come una scelta ottimale in rapporto alla scala di dettaglio scelta per gli elementi, nonché alle relative caratteristiche geometriche. Come si è più volte detto, infatti, la modellazione ottenuta dalla presente metodologia, non comprendendo necessariamente un rilievo indiretto, rende possibile la creazione di forme geometriche “approssimative”, una scala di dettaglio, dunque, per la quale la creazione di specifiche famiglie caricabili di tipo “ringhiera metrica” si sarebbero rivelate non legittime rispetto al rapporto tra livello di dettaglio e laboriosità di creazione e d’inserimento nel modello di progetto.

Le tipologie di balaustre – presenti nelle macro variabili “edificio” e “lanterna” – possono essere dunque distinte in quattro tipologie tra le quali ricordiamo: a “correnti verticali”, a “correnti orizzontali”, a “correnti incrociati a x” e in cemento (figg. 11-13). Individuate le tipologie replicabili appartenenti ai fari italiani, si è dunque proceduto alla costruzione e alla creazione delle stesse in ambito parametrico. In quanto famiglie di sistema, non è stato necessario individuare dei parametri e dei vincoli indirizzati alla modifica della struttura parametrica dell’elemento balaustra, poichè, come visibile nel pannello delle proprietà di tipo dell’elemento ringhiera (fig. 14), risulta possibile, definito l’host e la traiettoria, modellare agevolmente la struttura utilizzando le etichette già presenti nel sistema.

Le famiglie caricabili, invece, si configurano come le famiglie più utilizzate in ambito parametrico, indirizzate alla creazione di librerie dal quale attingere durante il processo di modellazione di differenti casi studio – in quanto facilmente modificabili attraverso etichette vincolate tra loro – e per tale ragione maggiormente utilizzate nel corso del flow metodologico indirizzato alla creazione e all’inserimento delle micro variabili appartenenti ai fari Italiani. Questa tipologia di famiglia si è definita dunque estremamente performante per la modellazione delle micro varianti di seguito esposte, che ricordiamo essere: la “cupola”, i “bugnati” e le “modanature”⁵⁴.

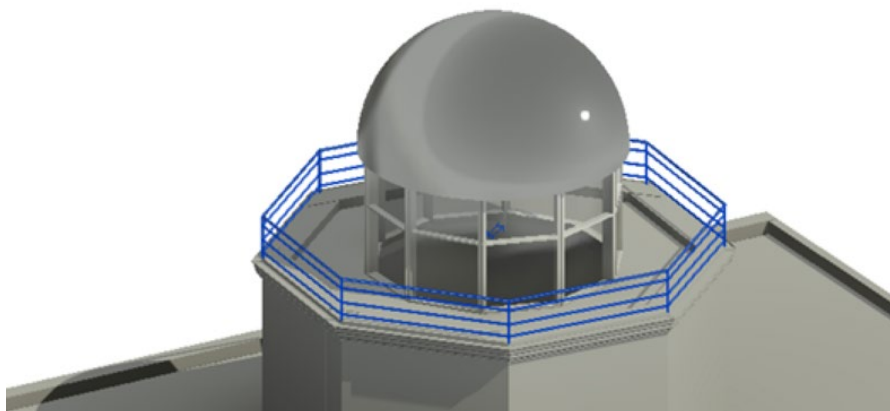


Fig. 11 "Faro generico": corrimano a correnti orrizzontali.

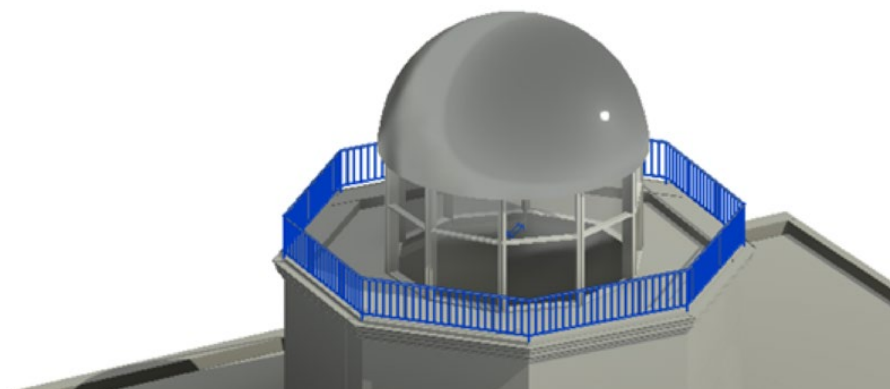


Fig. 12 "Faro generico": corrimano a correnti verticali.

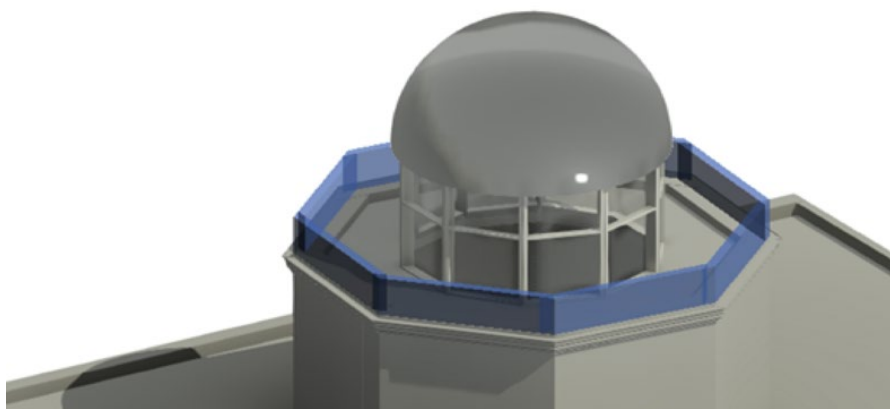


Fig. 13 "Faro generico": corrimano in cemento.

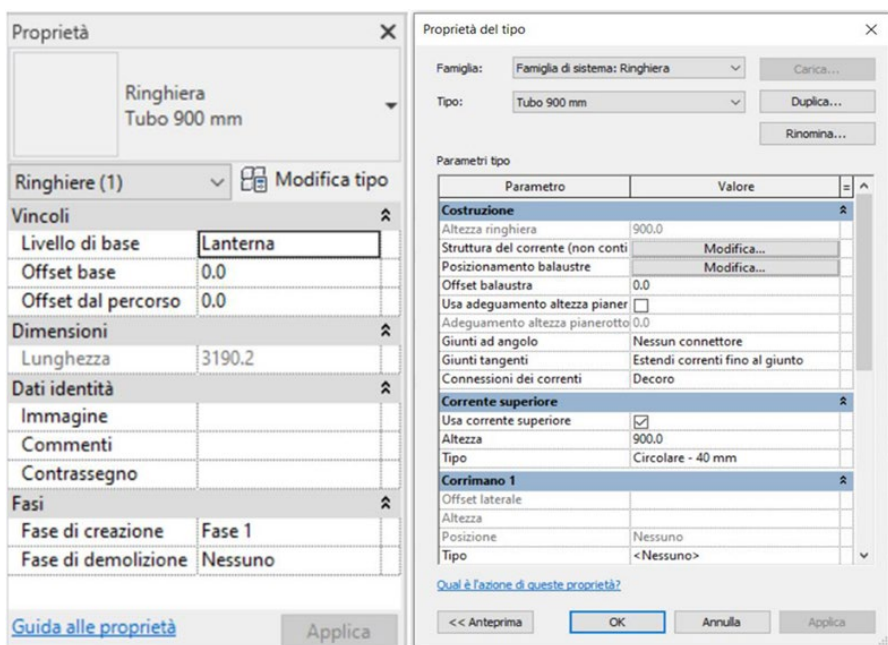


Fig. 14 Famiglia di sistema “ringhiera”: proprietà di tipo.

Per la micro variabile “modanatura”, presente nelle macro variabili “edificio” e “torre”, si sono rintracciate tredici tipologie per l’elemento edificio e diciassette tipologie per l’elemento torre, alcune di esse coincidenti. Individuate, dunque, quelle che sono le tipologie di modanature identificate per i fari italiani – ossia classificazioni conseguenti alla puntuale catalogazione delle caratteristiche dei fari – si è proceduto con la costruzione e creazione delle stesse in ambito parametrico.

La creazione di una specifica modanatura, indirizzata a comporre l’intero apparato parametrico del “modello dei fari italiani”, avviene con l’apertura di una nuova famiglia caricabile di tipo metrico, tipologia più performante attraverso la quale garantire un’importazione diretta nel modello, ossia lungo tutto il profilo della geometria architettonica. In questo contesto, le misure specifiche della geometria non si configurano come importanti, quanto più risultano essere fondamentali i rapporti tra i moduli e la totalità della composizione geometrica. Questo perchè l’intento della metodologia non è quello di costruire una modanatura indirizzata a uno specifico faro, ma piuttosto un modello di base da utilizzare e adattare successivamente rispetto a specifici casi studio. Concluso il disegno geometrico-stilistico della modanatura, si procede con l’inserimento delle quote e delle etichette (fig. 15), attraverso la quale modificare adattivamente le misure della modanatura senza stravolgerne il profilo. Le quote con testo etichetta, infatti, si configurano come parametri

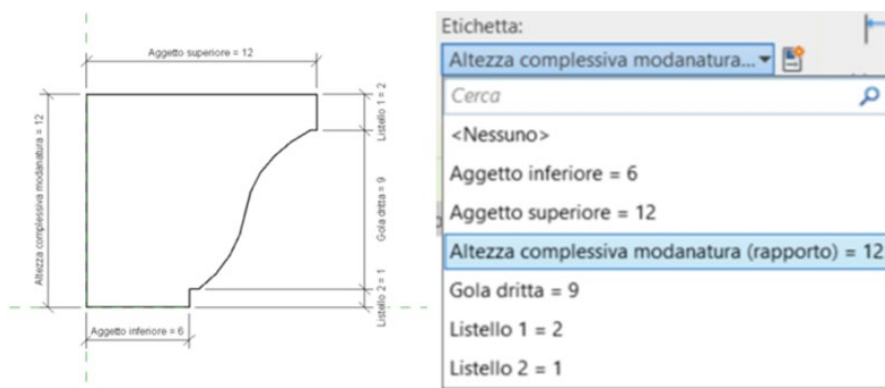


Fig. 15 Inserimento etichette e relativa modifica dei rapporti.

Parametro	Valore	Formula	Blocca
Dimensioni			
Aggetto inferiore	5.50	=	☐
Aggetto superiore	12.30	=	☐
Altezza complessiva modanat	12.00	=	☐
Gola dritta	9.00	=	☐
Listello 1	2.00	=	☐
Listello 2	1.00	=	☐

Fig. 16 Tipo di famiglia: parametri dimensionali delle etichette inserite.

modificabili per le famiglie, i cui valori possono essere modificati utilizzando la finestra di dialogo “tipo di famiglia”, nell’editor della famiglia. Caricata la famiglia nel progetto, è invece possibile modificarne i parametri di istanza direttamente dalla tavolozza delle proprietà (fig. 16).

All’interno del modello di progetto di base, nel quale si è già provveduto alla ricarica delle geometrie murarie principali specifiche del caso studio da modellare, risulta dunque possibile inserire una o più modanature create attingendo dalla lista di profili già presenti nel “modello di progetto dei fari italiani” (fig. 17). Il processo d’inserimento dell’elemento “muro: estrusione” rende possibile la creazione diretta del profilo “decoro” associata alla modanatura lungo tutto il perimetro dell’architettura, dal quale, nella sezione “vincoli”, è possibile modificarne l’altezza d’inserimento della modanatura stessa, in funzione dei livelli di riferimento creati nel modello di progetto di base⁵⁵. Nella sezione “modifica tipo” risulta, invece, possibile selezionare la tipologia di profilo da inserire come modanatura, sia per l’elemento “edificio” che per l’elemento “torre”, garantendo comunque la possibilità di modifica delle singole misure per ogni tipologia di modanatura inserita nel modello, attinenti gli specifici casi studio.

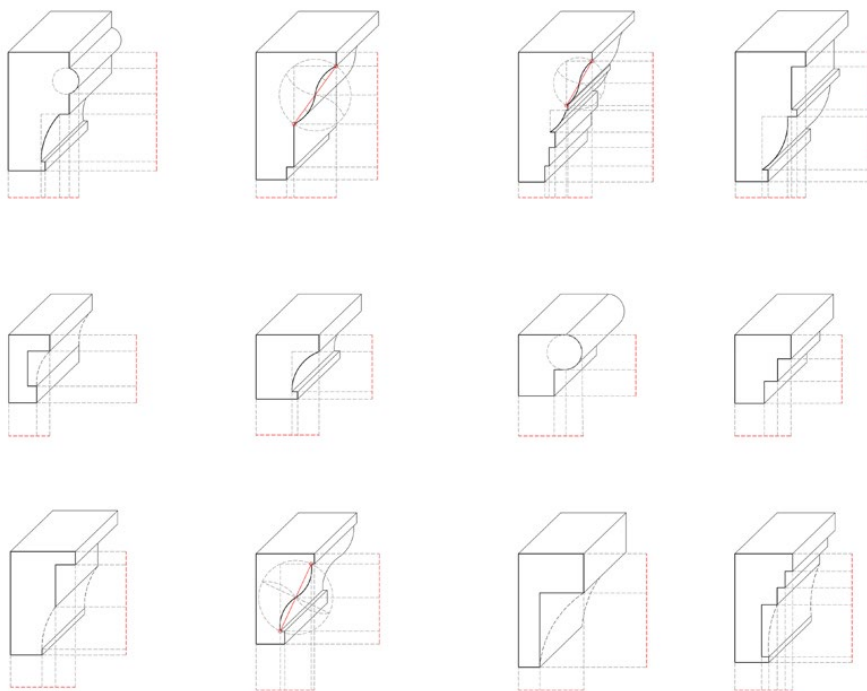


Fig. 17 Modanature individuate per l'elemento torre.

Per quanto concerne la creazione dei bugnati angolari si è scelto di utilizzare una famiglia caricabile generata da un “modello metrico generico basato su muro”, ossia una tipologia di modello “hostato” dall'elemento muro presente nel progetto⁵⁶. Per la creazione della famiglia caricabile appartenente al bugnato si è dunque proceduto con la modellazione degli elementi tridimensionali utili alla configurazione del bugnato angolare, senza prestare specifica attenzione a quelle che sono le misure degli elementi. Come nel caso delle modanature, anche per i bugnati si è tenuto conto esclusivamente della loro geometria e non della specifica misura in quanto l'intento della metodologia non è quello di costruire un bugnato – e in generale un elemento – indirizzato a uno specifico faro, ma un modello base da utilizzare e adattare successivamente rispetto a specifici casi studio. In questo senso, infatti, le grandezze dei singoli elementi che compongono i bugnati potranno essere successivamente modificati direttamente dal modello di progetto, in maniera quasi del tutto automatizzata.

Costruito il disegno degli elementi tridimensionali che compongono il bugnato, si procede all'inserimento delle quote e delle conseguenti etichette, attraverso la quale modificare adattivamente le misure degli elementi senza modificarne l'impostazione geometrica e la connessione host rispetto l'elemento muro. All'inserimento delle quote si associano dunque delle etichette afferenti a

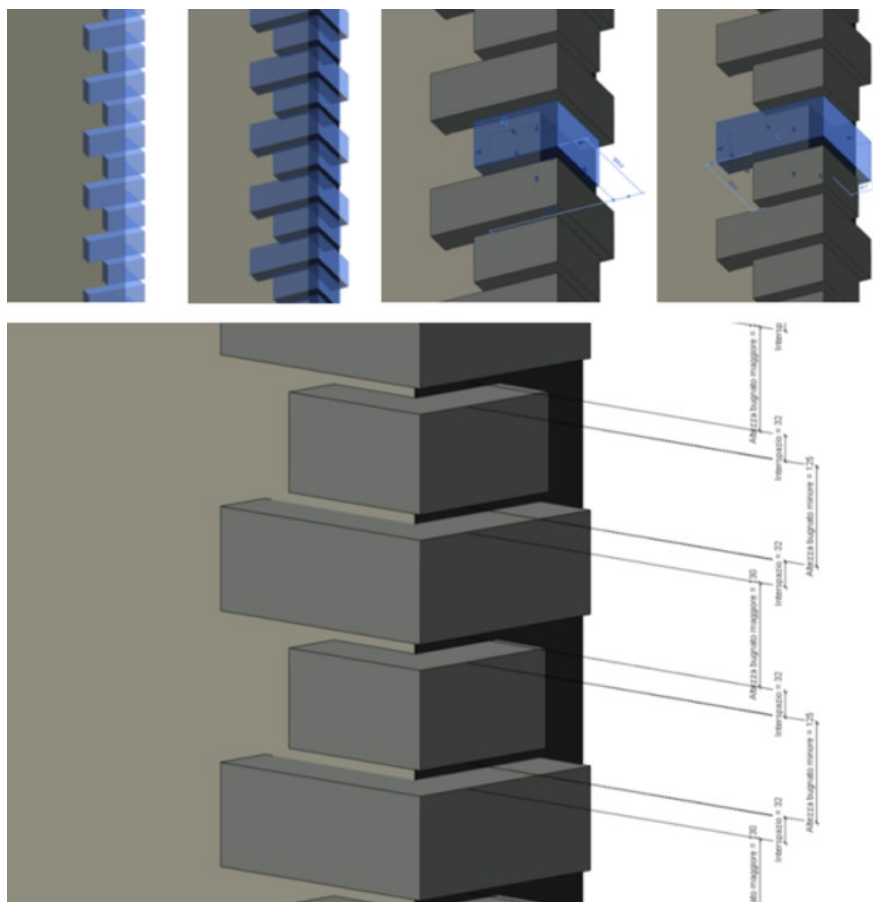


Fig. 18 Costuzione dell'elemento bugnato su host muro.

tutte le misure – larghezza, spessore, alzata – del singolo elemento concorrente la composizione del bugnato angolare (fig. 18). Nella sezione “tipi di famiglia” è possibile, infine, consultare e modificare le misure afferenti le singole etichette⁵⁷ (fig. 19), rendendo così possibile l’adattamento del modello base all’elemento finale da creare, indirizzato alla modellazione di uno specifico caso studio⁵⁸. Terminata l’impostazione delle etichette risulta a questo punto possibile trasferire la famiglia caricabile afferente al bugnato nel “modello di progetto dei fari italiani”.

Definito il processo modellativo per la creazione dei bugnati e delle modanature, si vuole di seguito esplicitare la modellazione della cupola, vale a dire la copertura emisferica o conica in acciaio, rivestita in rame e zinco. Come precedentemente sottolineato, l’elemento cupola, seppur parte integrante della macro variabile lanterna, sempre presente nella struttura di queste architetture, non viene assimilata nè come macro variabile nè, di conseguenza,

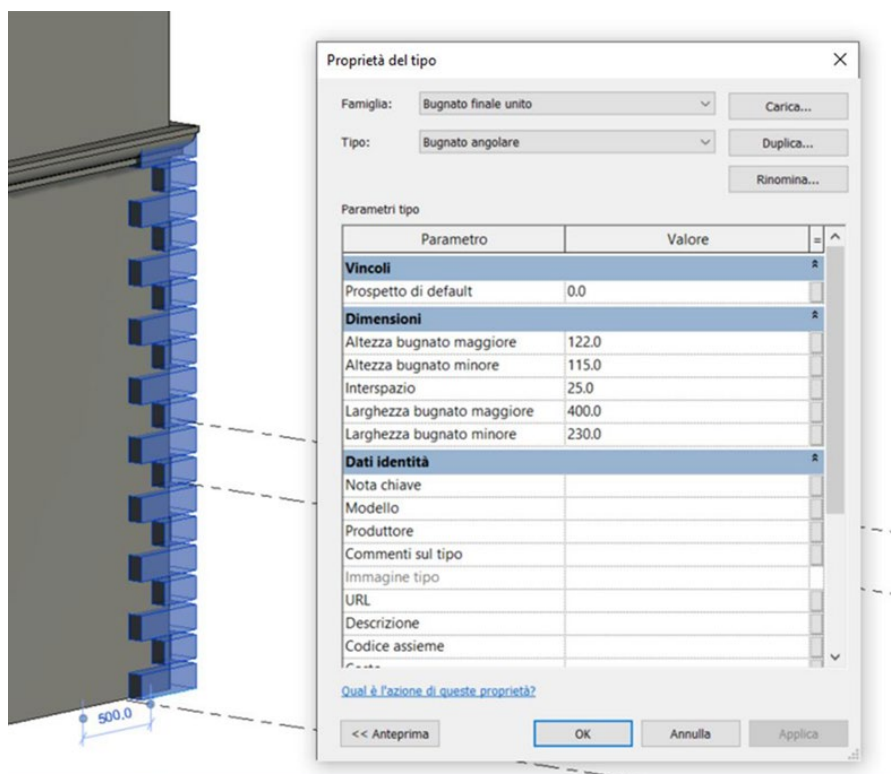


Fig. 19 Costuzione dell'elemento bugnato su host muro: proprietà di tipo.

come elemento da modellare attraverso l'uso della programmazione visuale in quanto, essendo caratterizzata da un singolo raggio di curvatura, l'utilizzo di una famiglia caricabile si configura come più congruo e semplice. Come descritto precedentemente, infatti, la creazione dell'elemento cupola modificabile in sezione su Dynamo avrebbe reso necessaria la creazione di una semisfera composta da mesh e dunque difficilmente gestibile anche per utenti esperti. Per la creazione parametrica della cupola si è scelto dunque di utilizzare una famiglia caricabile di tipo "modello metrico generico basato su superficie", rendendo possibile non solo la definizione di più tipologie – in questo caso a singola curvatura e a doppia curvatura – ma anche l'inserimento delle etichette attraverso le quali, come posto in essere nel corso della creazione delle altre famiglie generate, modificare l'apparato metrico in maniera adattiva. Si procede dunque con l'apertura di una nuova famiglia e con la creazione di una "forma per rivoluzione", tracciando le linee di sezione utili alla costruzione della cupola e della relativa linea d'asse. S'inseriscono infine le etichette (fig. 20), rendendo il disegno vincolato a livello dimensionale, direttamente modificabile secondo le proprie esigenze attraverso la finestra "tipi di famiglia".

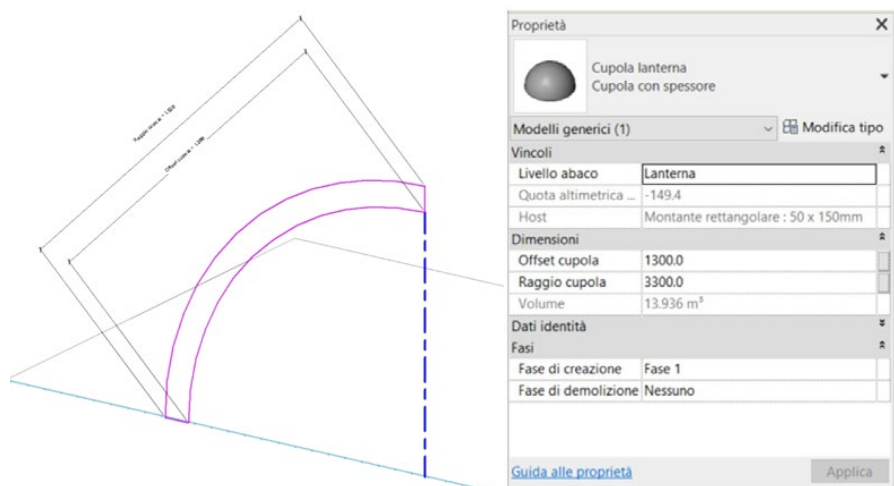


Fig. 20 Elemento cupola: creazione etichette e proprietà di tipo.

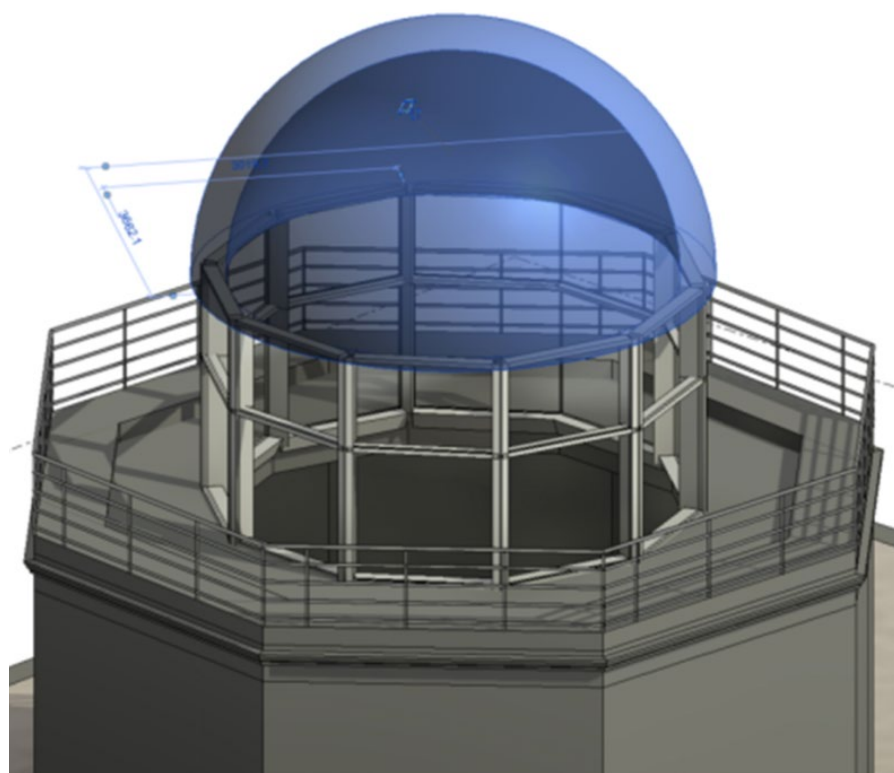


Fig. 21 Inserimento elemento cupola su caso studio.

Apprendo il modello di progetto base, in cui si è già provveduto alla creazione delle geometrie murarie principali specifiche del caso studio da modellare e della relativa lanterna, risulta dunque possibile inserire una delle due tipologie già presenti nel modello: a singola curvatura e a doppia curvatura, modificando direttamente dal browser di progetto i parametri di tipo e d'istanza. Il processo d'inserimento dell'elemento cupola si configura essere agevole in quanto la famiglia associata alla cupola, ossia "modello metrico generico basato su superficie", risulta essere hostata da una superficie e dunque, al suo inserimento, sarà possibile vincolarla direttamente alla superficie superiore della lanterna (fig. 21).

Si è proceduto, infine, alla produzione dell'ultima categoria semantica creata attraverso l'utilizzo delle famiglie caricabili: le bucatore. Come per le modanature, il processo d'individuazione delle bucatore si è svolto mediante l'analisi e la classificazione di sei specifiche tipologie ricorrenti per l'elemento edificio e di otto tipologie per l'elemento torre, tipologie quasi del tutto coincidenti tra loro, differenti solo in grandezza. Per tale ragione, essendo il modello parametrico modificabile in grandezza attraverso le proprietà di tipo, si è considerato sufficiente procedere alla creazione di otto principali famiglie parametriche di tipo finestra, ossia: verticale a battente singolo; verticale a doppio battente; verticale a doppio battente con volta; orizzontale a doppio battente; verticale a singolo battente con volta; orizzontale a singolo battente; quadrata; circolare.

Per la produzione delle singole famiglie si procede dunque con la creazione di una nuova "famiglia finestra" hostata dall'elemento muro, da inserire nella libreria del "modello di progetto dei fari italiani". Il processo metodologico di creazione risulta essere il medesimo per la totalità delle tipologie semantiche scelte; per tale ragione, si è scelto d'illustrare unicamente la modellazione della tipologia "verticale a doppio battente con volta".

A differenza del processo posto in essere per la creazione delle modanature, questo tipo di modellazione accoglie a sè delle azioni propedeutiche da attuare rispetto all'inserimento delle etichette finali di altezza e larghezza dell'elemento ultimato. Il primo elemento da creare è il telaio fisso mediante il comando "estrudi su percorso", definendo dapprima il percorso di estrusione e successivamente la sezione da estrarre (fig. 22). Vincolato il telaio fisso alla muratura host e apposte quelle che sono le etichette dimensionali di altezza e larghezza, risulta possibile modellare la restante struttura composta dal telaio mobile e dai vetri. Seguendo la medesima metodologia di modellazione, si procede alla creazione del telaio mobile, dei vetri e della soglia, avendo cura di vincolare volta per volta gli elementi creati agli elementi di connessione. In questo modo si andranno a creare un insieme di vincoli e quote parametrizzate che, al netto della variazione di uno dei valori dimensionali generici – quali altezza e larghezza della finestra, spessore e larghezza della soglia, ecc. – permetteranno di

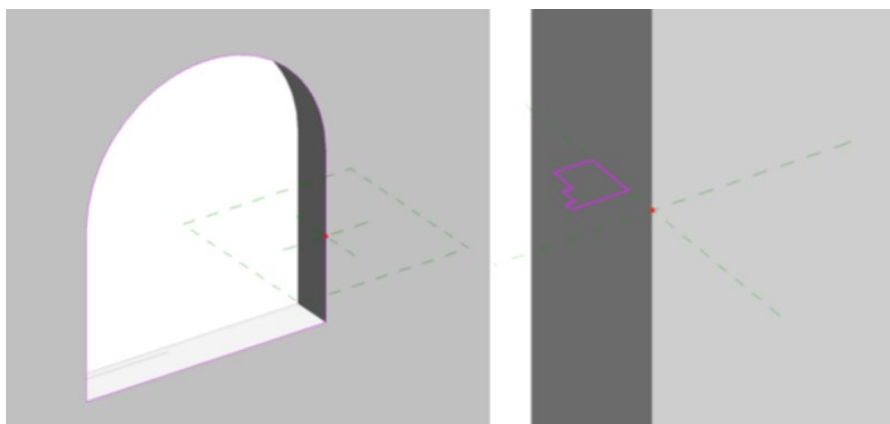


Fig. 22 Creazione bucatura: estrusione su percorso.

Tipi di famiglia

Nome del tipo: Finestra a doppia anta con volta

Parametri di ricerca

Parametro	Valore	Formula	Blocca
Costruzione			
Chiusura muro	Per host	=	
Tipo di costruzione		=	
Materiali e finiture			
Ante_materiale	Telaio finestra	=	
Davanzale_materiale	Davanzale	=	
Telaio_materiale	Telaio finestra	=	
Vetro_materiale	Vetrata trasparente	=	
Dimensioni			
Altezza	1000.0	=	☒
Davanzale offset esterno	160.0	=	☐
Davanzale offset interno	130.0	=	☒
Larghezza	1200.0	=	☒
Larghezza approssimativa		=	☒
Altezza approssimativa		=	☒
Larghezza esterna davanzal	620.0	=	☒
Spessore telaio	60.0	=	☐

Gestisci tabelle di ricerca

OK Annulla Applica

Fig. 23 Finestra a doppia anta con volta: proprietà di tipo.

ottenere un modello proporzionalmente modificato secondo le specificità del caso studio (fig. 23). Ultimata la creazione dell'intero apparato associato alle bucature, si procede con l'importazione delle stesse nel "modello di progetto dei fari Italiani", attraverso il quale procedere con la modellazione finale dello specifico caso studio.

Nel corso degli studi indirizzati alla catalogazione dei fari italiani, in rapporto all'identificazione delle tipologie di bucature, si è infine riscontrata una caratteristica spesso presente nell'ambito di questa categoria semantica: le persiane. Questo tipo di elemento, infatti, si configura come un elemento in aggiunta rispetto alla tipologia di bucatura e indipendente da essa⁵⁹. Per la modellazione dell'elemento persiana si è proceduto dunque con la creazione di una famiglia caricabile di tipo "finestra" da hostare all'elemento muro mediante l'utilizzo di cardini. Come per le bucature, si procede con la creazione del telaio e delle relative lamelle, avendo cura di apporre i relativi vincoli parametrici, al fine di rendere possibile la modifica di altezza e larghezza della persiana in maniera adattiva, ottenendo un modello proporzionalmente modificabile in funzione del caso studio da modellare. Definiti i vincoli, può essere dunque inserita nel "modello di progetto dei fari italiani" e successivamente nel caso studio da modellare.

In conclusione, si vuole sottolineare come l'individuazione e l'esplicitazione del processo metodologico di creazione delle famiglie parametriche non vuole essere un manuale d'uso ma bensì una descrizione della struttura del "modello di progetto dei fari Italiani", da utilizzare nei processi modellativi afferenti specifici casi studio delle architetture costiere. Questo perché, come accennato più volte, il processo di modellazione parametrica qui proposto si fonda sulla creazione di elementi semantici "generici" da adattare in funzione delle caratteristiche geometriche specifiche delle singole architetture.

L'ideazione di una metodologia "artigianale" – composta dalle famiglie più performanti e adatte all'inserimento dell'elemento semantico in maniera adattiva e quasi del tutto "automatizzata" – risulta essere fondamentale nel processo modellativo indirizzato alla creazione tridimensionale di uno specifico bene culturale esistente. È dunque l'approccio dal generale al particolare ad essere la chiave di lettura necessaria per il funzionamento di una "metodologia modellativa al contrario".

In questo contesto, è importante sottolineare come il processo modellativo appena esposto sia applicabile esclusivamente a tutte quelle architetture accomunate da un grado elevato di serialità e ricorrenza degli elementi, costituite da un apparato architettonico definito fino a questo momento come "replicabile". L'architettura del faro si fonda infatti su matrici architettoniche di tipo seriale, delle quali è possibile rintracciare specifiche ricorrenze fatte da similitudini e geometrie. In ambito modellativo, la differenza geometrica tra differenti elementi costituenti la medesima categoria semantica si configura essere l'espedito genesi dell'intero processo metodologico.

In conclusione agli aspetti semantici appena trattati, è da ricordare l'esistenza di alcuni elementi contraddistinti da caratteristiche architettoniche-estetiche totalmente uniche, definite sin dal principio come non replicabili. A tale concetto si affiancano due tipologie architettoniche: i fari composti nella loro interezza da elementi unici, e per tale ragione non modellabili attraverso la presente metodologia, e i fari composti sia da elementi semantici ricorrenti che da elementi unici, dunque parzialmente modellabili attraverso la presente metodologia. In questo senso, caratteristiche architettoniche quali merlature, colonne, archi, ecc, non permettono la definizione di una categoria architettonica e dunque la creazione e lo sviluppo di famiglie parametriche adatte da inserire nel modello di progetto, in quanto si configurano come dei sistemi estremamente personalizzati e peculiari. Per la modellazione e trattazione pratica degli elementi nei casi studio si rimanda al prossimo paragrafo.

Il "modello di progetto dei fari italiani" si definisce come il prodotto parametrico finale, in seguito indirizzata alle scienze ontologiche e all'intelligenza artificiale, utile per la ricognizione dei dati e per una modellazione maggiormente speditiva. In merito alla creazione del modello afferente i singoli casi studio, gli elementi parametrici, interamente inseriti nel database semantico, si configurano come delle famiglie da hostare rispetto agli elementi base, inseriti nel modello di progetto attraverso il plug-in Dynamo. Caricati i tre elementi principali del faro, risulta possibile inserire nell'ambiente di modellazione uno o più famiglie caricabili o di sistema presenti nel browser di progetto del modello stesso, al fine di procedere con la modellazione di uno specifico caso studio.

Nel browser di progetto, infatti, vengono visualizzate – oltre a tutte le viste, gli abachi, le tavole, i gruppi, i collegamenti – la totalità delle famiglie inserite nel modello di progetto, suddivise in categorie architettoniche e gruppi di famiglie.

Gli elementi parametrici semantici da inserire nel progetto possono essere selezionati secondo due strategie: effettuando una ricerca manuale negli elementi posti all'interno delle differenti tipologie di famiglie o tramite lo strumento "cerca". In questo senso, è infatti possibile ricercare la famiglia da inserire seguendo la nomenclatura/terminologia dell'elemento, ovvero un'argomentazione sviluppata nel corso dell'individuazione e della classificazione semantica dei fari, nonché punto cardine e di connessione dell'ontologia indirizzata ai fari.

Nel "modello di progetto dei fari italiani", al pannello browser di progetto, risulta dunque possibile inserire nel modello le differenti famiglie associate alle categorie semantiche. Più nello specifico, alla categoria "modelli generici" sono collocate le famiglie caricabili parametrizzate afferenti al bugnato angolare, hostato dall'elemento muro, e alla cupola, hostata dalla superficie superiore della lanterna. Nella categoria "finestre" ritroviamo le dieci tipologie di buca riconducibili alle macro variabili torre ed edificio, hostate dall'elemento muro. Infine, all'interno della categoria "profili" ritroviamo tutte le ventuno famiglie caricabili appartenenti alla categoria semantica delle modanature, hostate

dall'elemento muro come estrusione, sia esso appartenente alla macro variabile torre che alla macro variabile edificio (fig. 24). Si viene dunque a creare una libreria parametrica dalla quale attingere nel corso della modellazione di specifici casi studio costieri, attraverso la debita modifica delle etichette parametriche di tipo dimensionale.



Fig. 24 Browser di progetto: categoria profili, modanature.

7.5. L'applicazione del modello ai casi studio

Il presente paragrafo si configura come l'attuazione e la validazione del processo metodologico parametrico, indirizzato alla modellazione di tre specifici casi studio: il faro di San Vito Lo Capo, il faro di Punta Alice e il faro di Capo Colonna.

Prima di trattare il maniera puntuale il processo modellativo, risulta però doveroso esplicitare delle propedeutiche considerazioni riguardo al modello, alla metodologia, alle misure e alla fruizione. Come menzionato nei paragrafi: «il modello rappresenta l'esplicitazione ultima della rappresentazione e della trasposizione digitale, attraverso il quale esprimere e diffondere teorie, informazioni, nozioni e progetti. In quanto indirizzato a differenti finalità, il livello di dettaglio al quale è assoggettato è estremamente variabile e dipende quasi esclusivamente dal progetto e dalle informazioni da comunicare». In questo senso, la metodologia proposta, infatti, s'indirizza a un grado di dettaglio dal livello basso al medio-alto, in funzione dei dati a nostra disposizione e alla tipologia di fruizione del modello stesso.

La flessibilità del grado di dettaglio è tale in quanto le famiglie caricabili e di sistema inserite si configurano, da un lato, come oggetti dal dettaglio base ma, dall'altro, come elementi parametrici totalmente modificabili in dimensione e, in parte, forma. La metodologia riesce dunque ad adattarsi al livello di dettaglio scelto dall'utente, in funzione della fruizione del bene e della quantità e qualità delle misure note dell'edificio da modellare. In questo senso, infatti, sin dal primo approccio applicativo alla metodologia ci si è resi conto di quanto la scelta propedeutica delle finalità fosse necessaria alla costruzione di un processo indirizzato alla modellazione.

Riguardo il processo di modellazione, attraverso un parziale rilievo di tipo manuale – abbinato all'utilizzo di programmi per il foto raddrizzamento di immagini digitali – è dunque possibile restituire un modello proporzionato e geometricamente coerente rispetto all'edificio esistente, con tempi di modellazione dimezzati, attraverso la quale ottenere un modello performante per il relativo inserimento in applicazioni digitali utili alla conoscenza e alla disseminazione di questa tipologia di patrimonio storico⁶⁰.

Nonostante l'ottimizzazione nelle tempistiche di modellazione, appaiono evidenti dei limiti, gestibili secondo un approccio integrato. In questo senso, infatti, se indirizzata a un modello di dettaglio medio-alto, la metodologia qui proposta risulta essere sufficiente per la creazione degli elementi generici replicabili – quali finestre, modanature, bugnati, mensole, ringhiere, ecc. – ma non sufficientemente dettagliata alla trasposizione digitale di eventuali degradi e specifici dettagli degli elementi appena citati. Risulta, dunque, necessaria l'integrazione della metodologia con i tradizionali sistemi Scan-to-BIM per una più elevata accuratezza del modello, per il quale la metodologia s'inserisce come una linea guida.

Nel corso del presente paragrafo ci si vuole dunque soffermare sul processo di costruzione di modelli con dettaglio medio di tre specifici casi studio, differenti in geometria, composizione e rapporti dimensionali. Il primo edificio modellato è il faro di Capo Colonna (fig. 25), faro dalla significativa importanza, non solo per il segnalamento costiero ma anche per il contesto architettonico e paesaggistico su cui giace. Il faro di Capo Colonna, costruito nel 1873 e situato sull'omonimo promontorio, risulta infatti essere circondato da un importantissimo sito archeologico – del quale ricordiamo i resti di Heraion Lakinion, l'edificio B custode degli oggetti votivi del Tesoro di Hera, il tempo A, l'edificio K e l'edificio H – definendosi dunque come un faro dall'enorme potenziale turistico e culturale. La modellazione del faro, a qualsiasi livello di dettaglio e fruizione, si configura, infatti, come un'azione essenziale per la riscoperta non solo dell'architettura stessa ma anche del territorio circostante.

In questo contesto, data la peculiare conformazione e caratterizzazione del territorio, si vuole sottolineare come la metodologia qui proposta non si definisca come una pretenziosa strategia di modellazione nel corso del quale l'edificio viene eviscerato dalla sua essenza e assemblato meccanicamente per parti. Al contrario, si sono sempre richiamate e analizzate le caratteristiche specifiche del faro e del rapporto intercorso tra l'architettura e l'ambiente circostante, nonchè dell'importanza della geometria rispetto all'architettura, utile al processo di analisi dell'architettura stessa e degli elementi semantici.



Fig. 25 Il faro di Capo Colonna.

In merito al processo applicativo della metodologia per il faro di Capo Colonna con la trasposizione delle stesse nelle tre macro variabili del faro, definite dallo script Dynamo. In questo senso, è importante sottolineare come per il processo applicativo della metodologia si siano utilizzate le misure dirette e il foto raddrizzamento, seppur si abbia a disposizione la nuvola di punti del medesimo edificio, attraverso il quale porre successivamente in rapporto l'accuratezza delle misure del modello



Fig. 26 Modello parametrico del faro di Capo Colonna.

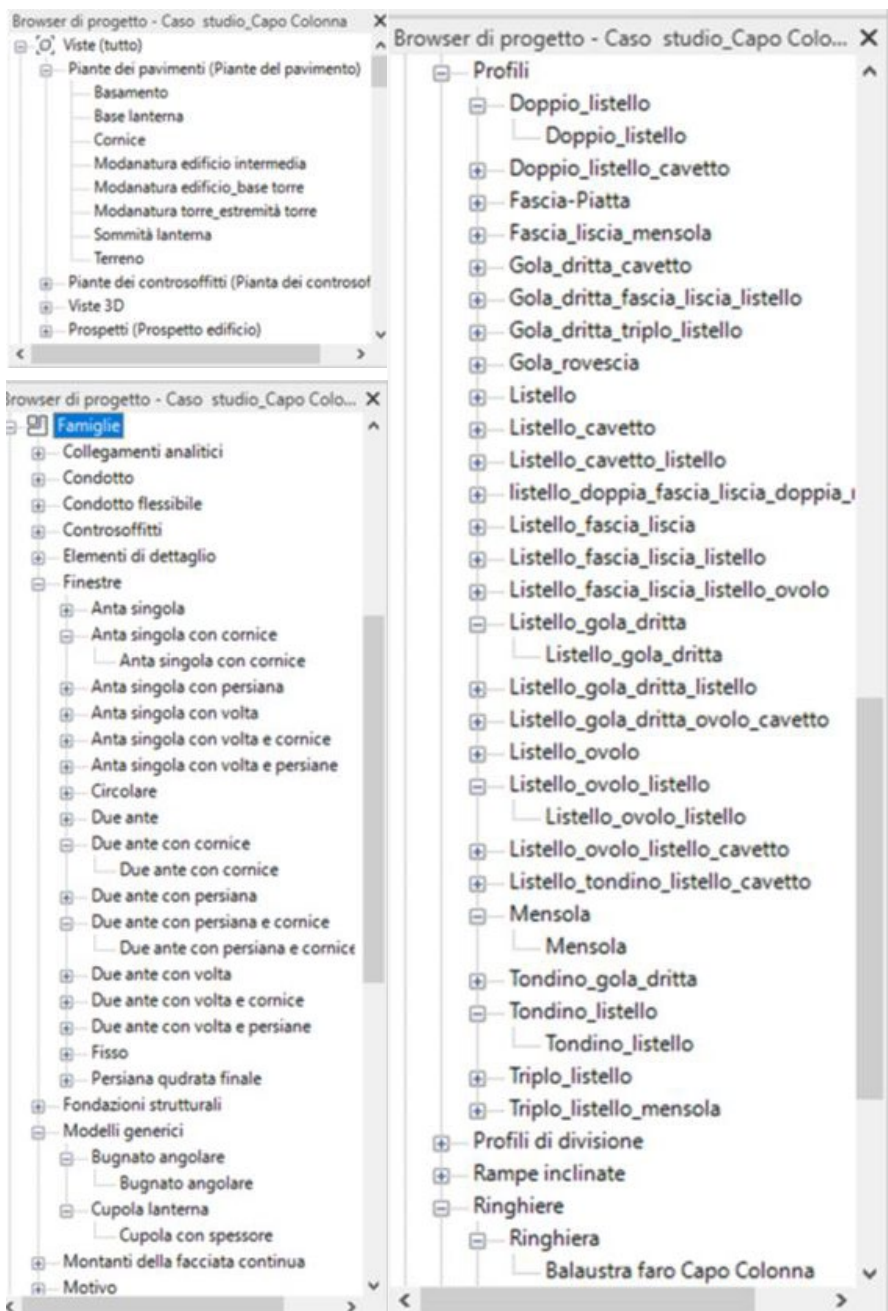


Fig. 27 Costruzione del faro di Capo Colonna sulla base del "modello di progetto dei fari italiani": browser di progetto. Famiglie e livelli utilizzati.

costruito attraverso l'uso della metodologia con la nuvola di punti dell'architettura. Al netto della definizione delle misure attinenti le tre macro variabili, si procede con la ricarica dei file, attraverso il quale costruire le geometrie principali dell'edificio. Con il supporto delle immagini raddrizzate e di alcune misure utili alla messa in scala dell'immagine raddrizzata, si è poi costruito l'intero apparato compositivo attraverso l'utilizzo delle famiglie già caricate nel modello di progetto, debitamente modificate in funzione delle misure necessarie per la riproduzione degli elementi⁶¹.

Nel caso specifico del faro di Capo Colonna, gli elementi creati su Dynamo sono: edificio a due livelli a pianta rettangolare, torre ottagonale e lanterna tetradecagonale. Per quanto riguarda gli elementi semantici riconducibili a famiglie caricabili, presenti nel modello di progetto e nel faro, ricordiamo: finestra a due ante con cornice e persiana per l'edificio, finestra a due ante con cornice per l'edificio, finestra a singola anta con cornice per l'edificio, bugnato angolare per l'edificio, finestra a due ante con cornice per la torre, modanatura a doppio listello e a listello-ovolo-listello per l'edificio, modanatura con tondino-listello e gola dritta-listello per la torre. Alle famiglie caricabili composte da differenti tipologie si aggiungono gli elementi creati da famiglie di sistema e da famiglie caricabili quali: mensole poste inferiormente alla galleria, le balaustre della torre e l'antenna posta superiormente alla cupola della lanterna (figg. 26, 27).

Per la modellazione del faro di Punta Alice (fig. 28) si è applicata la medesima metodologia posta in essere per il faro di Capo Colonna, adattando dunque gli elementi parametrici necessari e presenti nel "modello di progetto di base dei fari italiani" in funzione delle caratteristiche geometriche del faro.



Fig. 28 Il faro di Punta Alice.

Se la semantica geometrica del faro si definisce come la determinazione degli elementi ricorrenti, la stessa considerazione non può essere ricondotta al contesto paesaggistico ed estetico di queste architetture. Anche in questo caso non risulta infatti possibile dilungarsi su quelle che sono le vastissime considerazioni indirizzate alla magnificenza dei luoghi che le circondano, seppur risulti doveroso farne un breve cenno. Il faro di Punta Alice, situato a Cirò Marina e realizzato alla fine del XIX secolo, in virtù della sua importanza turistico-culturale è infatti uno dei fari inseriti nel progetto *Fari, torri ed edifici costieri*, nell'ambito della più ampia iniziativa denominata *Valore Paese-DIMORE*, che mira al risanamento e



Fig. 29 Modello parametrico del faro di Punta Alice.

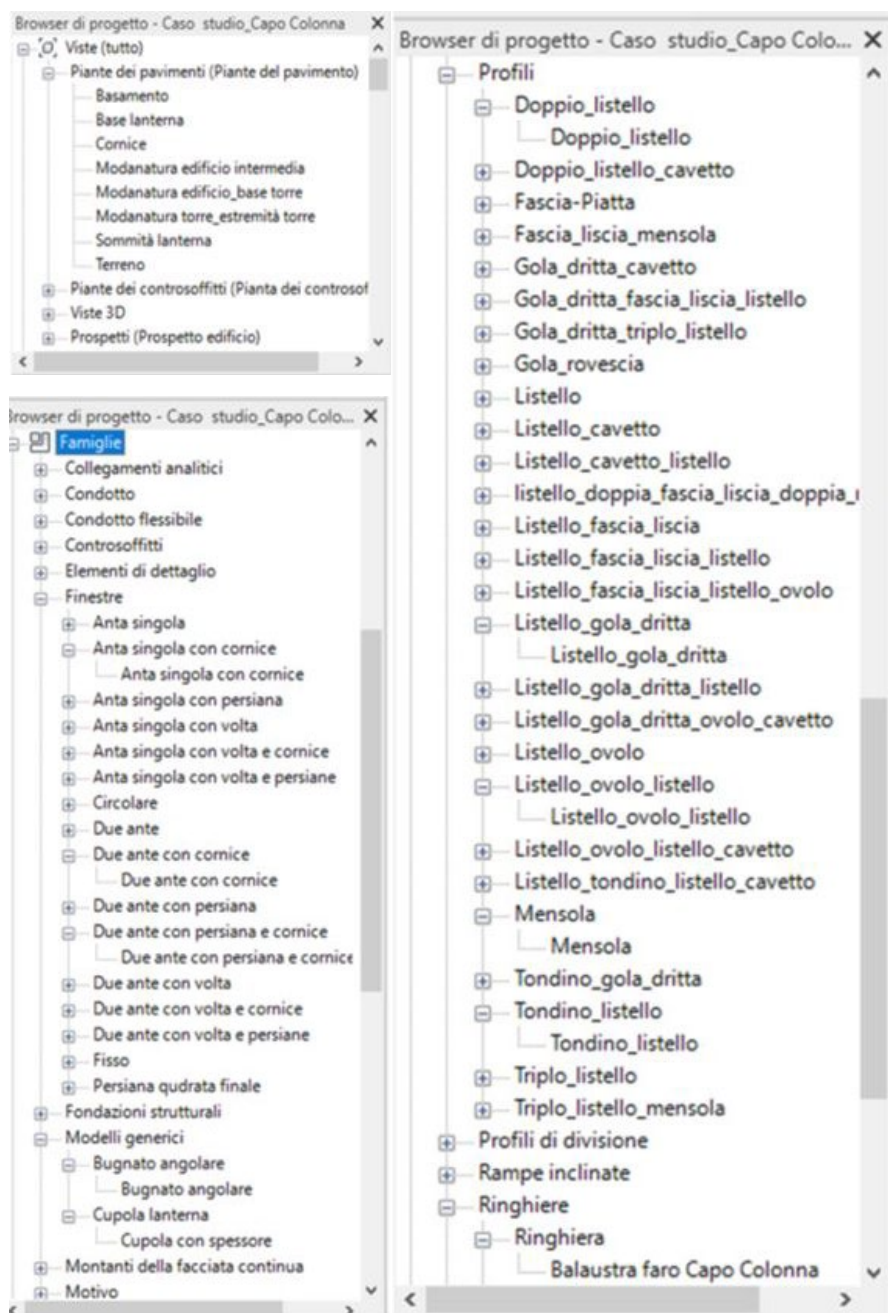


Fig. 30 Costruzione del faro di Punta Alice sulla base del "modello di progetto dei fari italiani": browser di progetto. Famiglie e livelli utilizzati.

al restauro di queste architetture, in linea con il D.P.R. 380/2001 art. 3 let. c⁶². L'interesse per questa architettura deriva dunque non solo dal potente valore evocativo ma anche per l'alto valore turistico, culturale, architettonico e paesaggistico dei luoghi: ricordiamo infatti l'estrema vicinanza del faro con i mercati saraceni e il tempio di Apollo Aleo.

In ambito parametrico, si è dunque proceduto alla modellazione del faro di Punta Alice mediante i seguenti elementi creati su Dynamo: edificio a uno e a due livelli a pianta rettangolare, torre ottagonale e lanterna ottagonale con montanti inclinati. Per quanto riguarda gli elementi semantici riconducibili alle famiglie caricabili, presenti nel modello di progetto e nel faro ricordiamo: finestra a due ante con persiana per l'edificio, finestra ad anta singola con cornice per l'edificio, finestra a singola anta con cornice per la torre, modanatura con listello e doppio listello per l'edificio (figg. 29, 30).

Il processo applicativo della metodologia parametrica trova dunque la sua conclusione nella modellazione del terzo e ultimo caso studio: il faro di San Vito Lo Capo (fig. 31). La costruzione di questo faro, eretto nel 1854, si deve al Regno Borbonico che, negli stessi anni, edifica numerosi fuochi lungo tutte le coste del Regno delle Due Sicilie, al fine di rendere più sicura sia la navigazione d'altura che quella costiera. Citato non solo nei portolani ma anche in letteratura – «se la nave si trovasse in posizione di rilevare il Capo per Mezzogiorno-Scirocco, il faro si vedrebbe fra due torri, quella verso libeccio è detta d'Agra, quella verso greco di Sereno»⁶³ – il faro di San Vito Lo Capo, con la sua torre alta 40 metri, svetta sulla linea costiera dell'omonima cittadina, caratterizzata da un cospicuo flusso turistico stagionale. All'attrazione di tipo balneare si uniscono gli importanti catalizzatori culturali e paesaggistici: la torre dell'uscire, la tonnara del Secco, il Monte Cofano, la grotta dei Cavalli e la vicina Scopello. Si definisce dunque un faro dall'ingente potenziale turistico e culturale, la cui modellazione, a qualsiasi livello di dettaglio e fruizione, si configura come un'azione essenziale per la riscoperta non solo dell'architettura ma anche del territorio circostante.

Superando quelle che possono essere le molteplici considerazioni in merito alla disseminazione di tipo conoscitiva, storica e culturale, ci si vuole dunque soffermare sull'aspetto geometrico della stessa. Il faro di San Vito Lo Capo, infatti, a differenza dei precedenti fari modellati, risulta essere caratterizzato, da un lato, da una struttura turrita e da una lanterna di tipo "replicabile" e, dall'altro, da un colonnato d'ingresso all'edificio di tipo "non replicabile".

In merito alla modellazione degli elementi non replicabili, le famiglie locali si definiscono come le famiglie più utilizzate per la creazione di questo tipo di elementi in quanto specificatamente indirizzate alla creazione di solidi da modellare per uno specifico progetto. Ciononostante, la possibile afferenza dell'elemento da creare rispetto a una famiglia caricabile già esistente risulta essere una scelta più immediata e agile. Si procede dunque



Fig. 31 Il faro di San Vito Lo Capo.



Fig. 32 Il faro di San Vito Lo Capo: l'ingresso e gli elementi non replicabili

con la modellazione dell'elemento non replicabile presente nel faro di San Vito LoCapo (fig. 32), i cui elementi non replicabili risultano essere inevitabilmente connessi a considerazioni specifiche di tipo compositivo ed estetico, strettamente legate alle caratteristiche ornamentali dell'edificio del quale ne costituiscono un elemento identificativo. Le colonne presenti nel faro di San Vito Lo Capo, infatti, risultano essere un chiaro richiamo all'ordine dorico, seppur costituite da una base e da un fusto a pianta quadrata, priva dunque di entasi. Come nei capitelli classici, invece, i capitelli posti all'ingresso del faro risultano essere composti da un abaco, un echino e da un collo di connessione al fusto, elementi posti a supporto di due campate con volta a botte.

Per la costruzione della colonna si è proceduto in maniera simile rispetto alla creazione degli elementi replicabili proposti per la costruzione del database semantico del faro, attraverso l'utilizzo di una famiglia metrica caricabile basata su "colonna" – in quanto categoria già presente nell'apparato costitutivo delle famiglie caricabili – e la creazione delle etichette utili alla modifica dimensionale⁶⁴ (fig. 33). Si procede allo stesso modo con la creazione delle volte a botte, al fine di creare in maniera integrale la parte afferente il sistema non replicabile del faro, da importare nel caso studio parzialmente replicabile creato nel "modello di progetto dei fari italiani".

Riguardo alla modellazione degli elementi replicabili del faro di San Vito Lo Capo, le macro variabili sono definite da: un edificio a un livello a pianta rettangolare con corte, una torre circolare e una lanterna dodecagonale. Per quanto riguarda gli elementi semantici riconducibili a famiglie caricabili,

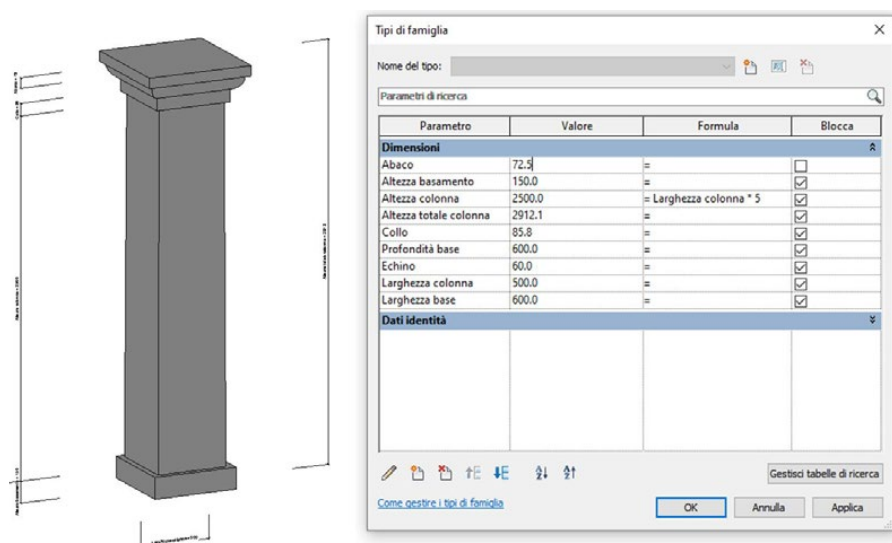


Fig. 33 Il faro di San Vito Lo Capo: elemento colonna non replicabile e tipo di famiglia.

già presenti nel modello di progetto e inseriti contestualmente nel corso del processo di modellazione del faro, ricordiamo: finestra a due ante con cornice e persiana per l'edificio, finestra ad anta singola con cornice per la torre, modanatura a listello-ovolo-listello-cavetto per l'edificio, modanatura gola dritta-triplo listello per la torre. Alle famiglie caricabili si aggiungono gli elementi creati da famiglie di sistema quali: mensole poste inferiormente alla galleria, balaustre della torre e antenna posta superiormente alla cupola della lanterna. Creato il modello composto dagli elementi replicabili, si è infine aggiunto a quest'ultimo la componente non replicabile, composto dal porticato d'ingresso, modellato attraverso l'uso di un "modello generico" (figg. 34, 35).



Fig. 34 Modello parametrico del faro di San Vito Lo Capo.

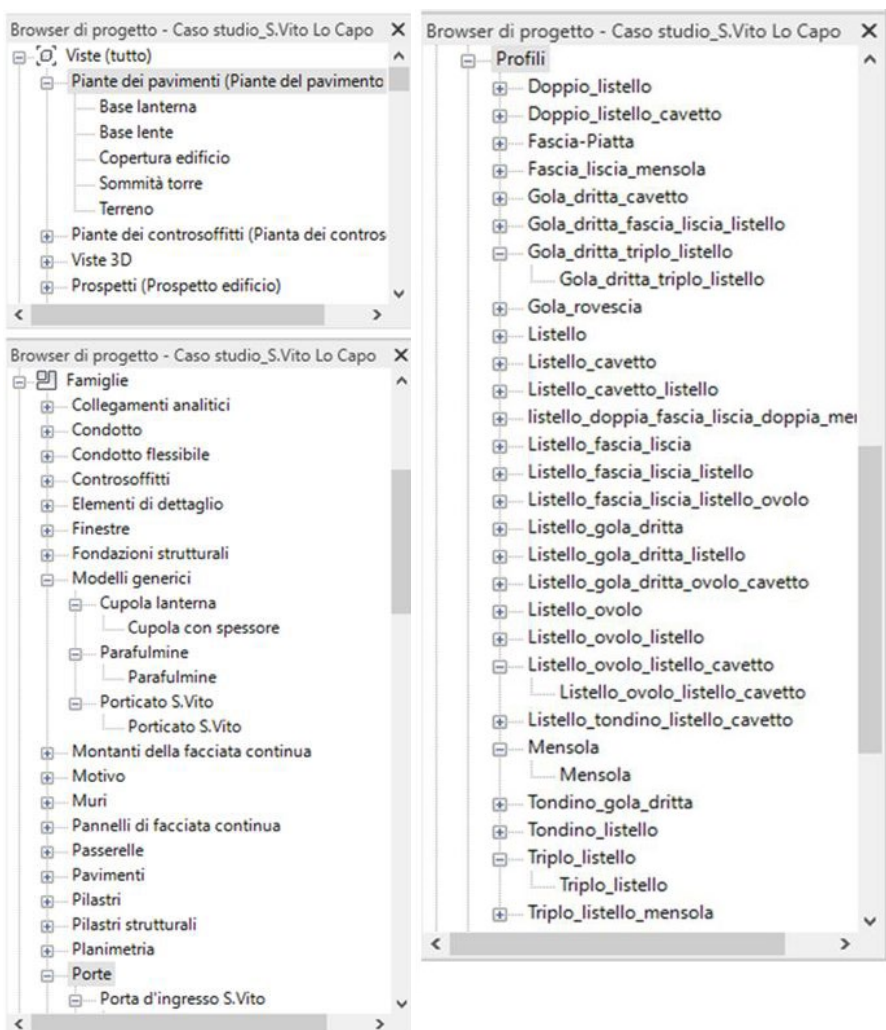


Fig. 35 Costruzione del faro di San Vito Lo Capo sulla base del “modello di progetto dei fari italiani”: browser di progetto. Famiglie e livelli utilizzati.

In conclusione, al netto del processo applicativo della metodologia fino a questo momento proposta, risulta possibile esporre delle considerazioni in merito alle potenzialità e ai limiti della metodologia stessa, individuando criticità e punti di forza tra i risultati ottenuti e quelli ottenibili mediante il processo di modellazione canonico, ossia secondo processo Scan-to-BIM⁶⁵. Appare fin da subito chiaro come non esista una metodologia corretta e univoca da applicare ad ogni tipologia di patrimonio storico, in quanto è proprio il processo ad adattarsi alle esigenze relative alla finalità del modello

e alla tipologia dell'apparato architettonico: il sistema si plasma in funzione della classe di dettaglio scelto dall'utente, della tipologia di fruizione del bene e della quantità/qualità dei dati in nostro possesso dell'edificio da modellare. Con la metodologia di ricerca, attraverso la raccolta archivistica e un parziale rilievo di tipo diretto⁶⁶ risulta dunque possibile restituire un modello proporzionato e geometricamente coerente dell'edificio esistente, per una modellazione più speditiva, al netto della conoscenza di alcuni dati geometrici e architettonici.

Il modello che si va a generare si configura dunque come sufficientemente performante all'utilizzo dello stesso in applicazioni digitali utili alla conoscenza e alla disseminazione del patrimonio storico, incentivando significativamente la catalogazione del patrimonio, la creazione di modelli nonché l'interesse per queste architetture. Questo tipo di metodologia – con tempo stimato di modellazione pari a meno della metà rispetto al tempo impiegato per la modellazione della medesima architettura sulla base della nuvola di punti, senza l'utilizzo della metodologia – si configura come utile ad assicurare nel tempo una più estesa acquisizione di modelli, garantendo la conservazione dello stato di fatto e della conoscenza architettonica, azione fondamentale nell'ambito della tutela del patrimonio storico.

Al fine di valutare l'accuratezza del modello ottenuto sulla base della metodologia, attraverso l'uso del "modello di progetto dei fari Italiani", si è dunque proceduto con la comparazione e la sovrapposizione tra il modello tridimensionale e la relativa nuvola di punti generata mediante rilievo indiretto, attraverso il quale è possibile dimostrare una notevole corrispondenza per quanto riguarda i rapporti e le geometrie volumetriche (figg. 36).

Si è inoltre effettuata una comparazione metrica per il caso studio del faro di Capo Colonna, al fine di poter quantificare lo scarto metrico tra i due modelli e stimare l'adeguatezza del modello rispetto a differenti ambiti di disseminazione, ottenendo allo stato attuale una percentuale di errore pari allo 0,5%, ossia una discordanza accettabile nel caso di catalogazioni indirizzate alla disseminazione culturale, ad eventi culturali e alla salvaguardia del patrimonio architettonico storico mediante metodologia intensiva e non invasiva (fig. 37).

I processi di valutazione appena illustrati sono stati dunque messi a sistema in schede di modellazione afferenti i tre casi studio – Punta Alice, Capo Colonna e San Vito Lo Capo – nelle quali si sono indicate le famiglie parametriche utilizzate, con le relative percentuali di ricorrenza nel sistema italiano delle differenti micro e macro variabili, l'errore metrico e l'adeguatezza del modello rispetto a differenti metodologie di disseminazione dello stesso, quali l'utilizzo del modello per realtà aumentata e virtuale, la documentazione e il restauro, definendo un punteggio di adeguatezza digitale, formato dal rapporto tra il tempo di modellazione mediante l'uso della metodologia e l'adeguatezza metrica (figg. 38-40).

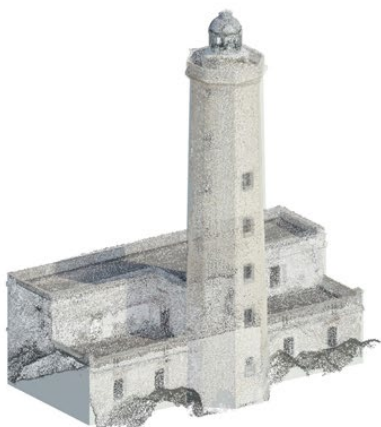
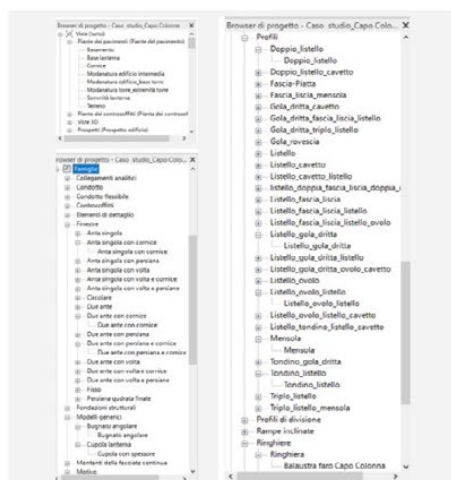


Fig. 36 Il faro di Punta Alice e il faro di Capo Colonna: rapporto tra modello e rilievo.



Fig. 37 Il faro di Capo Colonna: rapporto metrico tra modello semantico e la nuvola di punti.



BIM E SEMANTICA

Gruppo semantico: macro e micro variabili

Macrovariabili: Edificio, Torre, Lanterna

Micro Edificio_Bugnato
variabili: Edificio_Due livelli
Edificio_Modanatura: gola dritta cavetto
Edificio_Bucatura: doppia anta con cornice e persiana
Edificio_Bucatura: anta singola con cornice
Torre_Sezione in pianta: ottagonale
Torre_Bucatura: anta singola con cornice
Torre_Modanatura: fascia liscia con mensola
Lanterna_sezione: dodecagonale
Lanterna_balastra: acciaio_correnti verticali

Famiglie parametriche utilizzate

Macrovariabili_Edificio, Torre, Lanterna: Dynamo

Micro Edificio_Bugnato: famiglia caricabile, modello metrico
variabili: generico basato su muro
Edificio_Modanatura: famiglia caricabile, profilo metrico
Edificio_Bucatura: famiglia di sistema personalizzata
Torre_Bucatura: famiglia di sistema personalizzata
Torre_Modanatura: famiglia caricabile, profilo metrico
Lanterna_balastra: famiglia di sistema

ONTOLOGIA E ANALISI

% Reimpiego delle macrovariabili del modello

Edificio_Due livelli: 38,96%
Torre_Sezione in pianta_ottagonale: 29,87%
Lanterna_Sezione in pianta_dodecagonale: 17,53%

% Reimpiego delle microvariabili del modello

Edificio_Bugnato: 12,34% Torre_Bucatura: 48,08%
Edificio_Modanatura: 4,55% Torre_Modanatura: 19,48%
Edificio_Bucatura_doppia anta: 19,48% Lanterna_Balastra: 36,36%
Edificio_Bucatura_anta singola: 14,29%

VALUTAZIONI

% Errore metrico

0,5%

Adeguatezza per i processi di disseminazione*

Restauro e doc.

AR/VR & ML

3

5

ADEGUATEZZA DIGITALE = 3

Attribuzione del punteggio

Tempo di modellazione
tramite metodologia:

1° oltre 40 minuti
2° da 40 a 30 minuti
3° meno di 30 minuti

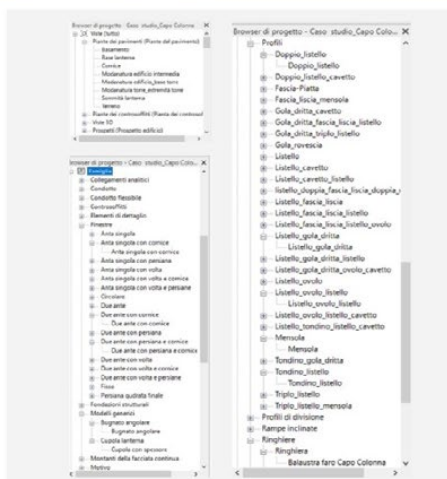
Tempo di modellazione
su nuvola di punti:

1° oltre 40 minuti
2° da 40 a 30 minuti
3° meno di 30 minuti

ADEGUATEZZA DIGITALE = $\frac{\text{METODOLOGIA}}{\text{NUVOLE DI PUNTI}}$

*Adeguatezza assegnata secondo valori da 1 a 5

Fig. 38 Il faro di Capo Colonna: valutazione di accuratezza metrica e validità metodologica.



BIM E SEMANTICA

Gruppo semantico: macro e micro variabili

Macrovariabili: Edificio, Torre, Lanterna

Micro Edificio_Due livelli

variabili: Edificio_Modanatura: listello

Edificio_Bucatura: doppia anta con cornice e per

siana

Edificio_Bucatura: anta singola con cornice

Torre_Sezione in pianta: ottagonale

Torre_Bucatura: anta singola con cornice

Torre_Modanatura: listello gola dritta

Lanterna_sezione: ottagonale

Lanterna_balastra: cemento

Famiglie parametriche utilizzate

Macrovariabili_Edificio, Torre, Lanterna: Dynamo

Micro Edificio_Modanatura: famiglia caricabile, profilo metrico

variabili: Edificio_Bucatura: famiglia di sistema personalizzata

Torre_Bucatura: famiglia di sistema personalizzata

Torre_Modanatura: famiglia caricabile, profilo metrico

Lanterna_balastra: famiglia di sistema

ONTOLOGIA E ANALISI

% Reimpiego delle macrovariabili del modello

Edificio_Due livelli: 38,96%

Torre_Sezione in pianta ottagonale: 29,87%

Lanterna_Sezione in pianta ottagonale: 34,32%

% Reimpiego delle microvariabili del modello

Edificio_Modanatura: 14,29%

Torre_Bucatura: 48,08%

Edificio_Bucatura_doppia anta: 19,48%

Torre_Modanatura: 3,25%

Edificio_Bucatura_anta singola: 14,29%

Lanterna_Balastra: 25,97%

VALUTAZIONI

% Errore metrico

0,3%

Adeguatezza per i processi di disseminazione*

Restauro e doc.

AR/VR & ML

4

5

ADEGUATEZZA DIGITALE = 3

Attribuzione del punteggio

Tempo di modellazione
tramite metodologia:

1° oltre 40 minuti

2° da 40 a 30 minuti

3° meno di 30 minuti

Tempo di modellazione
su nuvola di punti:

1° oltre 40 minuti

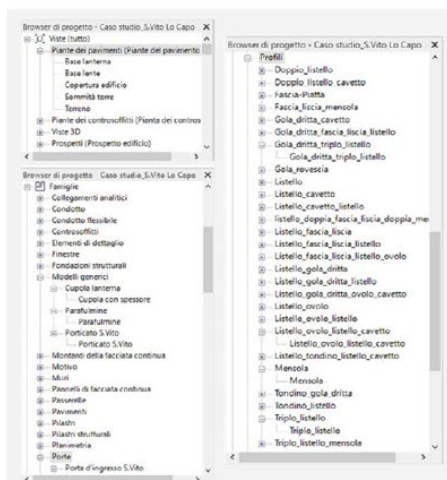
2° da 40 a 30 minuti

3° meno di 30 minuti

$$\text{ADEGUATEZZA DIGITALE} = \frac{\text{METODOLOGIA}}{\text{NUVOLE DI PUNTI}}$$

*Adeguatezza assegnata secondo valori da 1 a 5

Fig. 39 Il faro di Punta Alice: valutazione di accuratezza metrica e validità metodologica.



BIM E SEMANTICA

Gruppo semantico: macro e micro variabili

Macrovariabili: Edificio, Torre, Lanterna, Porticato

Micro Edificio_Un livello

variabili: Edificio_Modanatura: listello-ovolo-listello-cavetto
Edificio_Bucatura: doppia anta con cornice e persiana

Torre_Sezione in pianta: circolare

Torre_Ducatura: anta singola con cornice

Torre_Modanatura: triplo listello con mensola

Lanterna_sezione: decagonale

Lanterna_balaustra: acciaio, correnti verticali

Famiglie parametriche utilizzate

Macrovariabili_Edificio, Torre, Lanterna: Dynamo

Micro Edificio_Modanatura: famiglia caricabile, profilo metrico

variabili: Edificio_Ducatura: famiglia di sistema personalizzata

Torre_Bucatura: famiglia di sistema personalizzata

Torre_Modanatura: famiglia caricabile, profilo metrico

Lanterna_balaustra: famiglia di sistema

ONTOLOGIA E ANALISI

% Reimpiego delle macrovariabili del modello

Edificio_Un livello: 25,97%

Torre_Sezione in pianta_circolare: 51,30%

Lanterna_Sezione in pianta_decagonale: 12,99%

Porticato d'ingresso_0,00%

% Reimpiego delle microvariabili del modello

Edificio_Modanatura: 2,60%

Torre_Bucatura: 48,08%

Edificio_Bucatura_doppia anta: 19,48%

Torre_Modanatura: 2,60%

Lanterna_Balaustra: 36,36%

VALUTAZIONI

% Errore metrico

0,5%

Adeguatezza per i processi di disseminazione*

Restauro e doc.

AR/VR & ML

2

4

ADEGUATEZZA DIGITALE = 2

Attribuzione del punteggio

Tempo di modellazione
tramite metodologia:

1= oltre 40 minuti

2= da 40 a 30 minuti

3= meno di 30 minuti

Tempo di modellazione
su nuvola di punti:

1= oltre 40 minuti

2= da 40 a 30 minuti

3= meno di 30 minuti

$$\text{ADEGUATEZZA DIGITALE} = \frac{\text{METODOLOGIA}}{\text{NUVOLE DI PUNTI}}$$

*Adeguatezza assegnata secondo valori da 1 a 5

Fig. 40 Il faro di San Vito Lo Capo: valutazione di accuratezza metrica e validità metodologica.

Note

1. TIVERON ANDREA, *E-BIM. La metodologia della modellazione informativa in una economia 'a risultato'*, Amazon Italia Logistica, Torino, 2020.
2. Come sostenuto da Tiveron: «L'idea di fondo è stata quella di invertire il punto di vista 'dall'azione al risultato' al 'dal risultato all'azione'. Per questo ho denominato questa metodologia il 'metodo al contrario', perchè la metodologia parte dalla definizione degli obiettivi organizzativi per arrivare procedendo al ritroso fino alla singola mansione da attuare». TIVERON ANDREA, *E-BIM. La metodologia della modellazione informativa in una economia 'a risultato'*, p. 268, Amazon Italia Logistica, Torino, 2020.
3. L'approccio *top-down*, unitamente al *bottom-up*, si configura come una strategia di elaborazione e gestione dei dati informativi della conoscenza, siano essi intesi nell'ambito dell'informatica, delle scienze umanistiche o della teoria dei sistemi. GADOMSKI ADAM MARIA, *TOGA: A methodological and Conceptual Pattern for Modeling Abstract Intelligent Agent*, in "First International Round-Table on Abstract Intelligent Agent", vol. 1", Rome, 1993.
4. ENGELBART DOUGLAS, *Augmenting human intellect: a conceptual framework*, Stanford Research Institute, Stanford, 1962.
5. BRUSAPORCI STEFANO, *Ontological Issues in Architectural Digital Heritage Interdisciplinary world*, in "International Journal of Computational Methods in Heritage Science", vol. 1, issue 2, Luglio-Dicembre 2017, pp. 100-116.
6. EASTMAN CHARLES, FISHER DAVID, LAFUE GILLES, LIVIDINI JOSEPH, STOKER DOUGLAS, YESSIOS CHRISTOS, *An Outline of the Building Description System. Institute of physical planning, research report*, n. 50 Institute of Physical Planning, 1974.
7. EASTMAN CHARLES, TEICHOLZ PAUL, SACKS RAFAEL, LISTON KATHLEEN, *Bim Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*, John Wiley and Sons Editore, Hoboken, 2008.
8. SCANDURRA SIMONA, *La modellazione informativa del patrimonio architettonico. Sperimentazioni e processi Cloud-TO-HBIM*, Aracne editore, Roma, 2020.
9. SDEGNO ALBERTO, *Tra CAAD e BIM*, in "Dn - Building Informatino Modeling, Data & Semantics", n. 1, 2017, pp. 76-88.
10. CRESTI SIMONA, *Un dubbio "scientifico": modellare o modellizzare?*. Accademia della Crusca, 2016.
11. PAVAN ALBERTO, MIRARCHI CLAUDIO, GIANI MATTEO, *BIM: metodi e strumenti. Progettare, costruire e gestire nell'era digitale*, Edizioni Tecniche nuove, Milano, 2017.
12. Quando si parla di modelli d'intervento finalizzati alla manutenzione di un edificio di nuova costruzione è opportuno utilizzare il termine BIM as-built (come costruito) in quanto le informazioni relative alla costruzione risultano essere già definite nel contesto progettuale dell'edificio stesso. Nel caso del restauro o della manutenzione indirizzati al patrimonio esistente ci si riferisce invece a modelli BIM as-is (così com'è). OSELLO ANNA, *Il BIM, il GIS e la AR per il FM*, in OSELLO ANNA (a cura di), *Building Information Modeling - Geographic Information System - Augmented Reality per il Facility Managment*, Dario Flaccovio editore, Palermo, 2015.

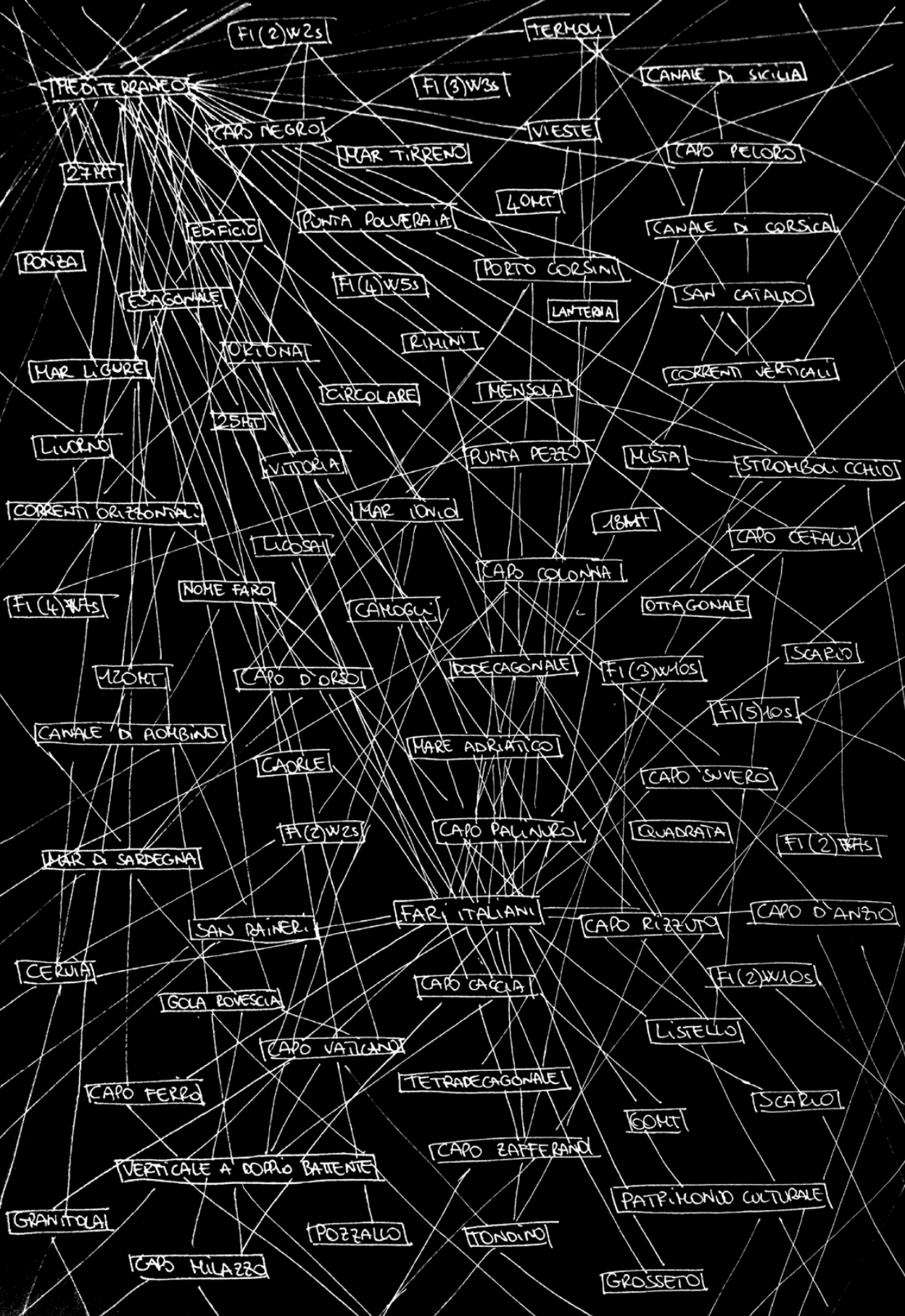
13. CENTOFANTI MARIO, BRUSAPORCI STEFANO, MAIEZZA PAMELA, *Tra Historical BIM ed HERITAGE BIM: Bulding in formation modeling per la documentazione dei beni architettonici*. In PARRINELLO SANDRO, BENSANA DANIELA (a cura di), *ReUso2016: Contributi per la documentazione, conservazione e recupero del patrimonio architettonico e per la tutela paesaggistica*, Edifir, Firenze, 2016.
14. PER APPROFONDIRE, SI RIMANDA AL CHARTER ON THE PRESERVATION OF DIGITAL HERITAGE, 2003. URL: [HTTPS://EN.UNESCO.ORG/THEMES/INFORMATION-PRESERVATION/DIGITAL-HERITAGE](https://en.unesco.org/themes/information-preservation/digital-heritage), CONSULTATO IL 20 MARZO 2022.
15. MURPHY MAURICE, MC GOVERN EUGENE, PAVIA SARA, *Historic Building Information Modelling – Adding intelligence to laser and image based surveys of European classical architecture*, in “JOURNAL OF PHOTOGRAMMETRY AND REMOTRE SENSING”, ISPRS, Hannover, 2013.
16. XIUNCHENG YANG, *3D modelling of built heritage: from geometric models to HBIM*, Université de Strasbourg, Strasbourg: 2018.
17. TALABA DORU, HORVATHT IMRE, LEE HIU KWAN, *Design on virtual and augmented reality technologies in product design*, in “COMPUTER-AIDED DESIGN”, 42(5), 2010, pp. 361-363.
18. GIRBARCIA FLORIN, BURNARIU SILVIU, ORMAN ALEX PETRE, POSTELNICU CRISTIAN, *Virtual restoration of deteriorated religious heritage objects using augmented reality technologies*, in “EUROPEAN JOURNAL OF SCIENCE AND THEOLOGY”, Ecozone, Romania, 2013.
19. In quanto tematiche in continuo itinere, la produzione scientifica in materia può essere circoscritta per lo più nell’ambito della produzione di articoli in riviste online o in atti di convegno.
20. «Results show scarce BIM implementation in existing buildings yet, due to challenges of (1) high modeling/conversion effort from captured building data into semantic BIM objects, (2) updating of information in BIM and (3) handling of uncertain data, objects and relations in BIM occurring in existing buildings». VOLK REBECCA, STENGEL JULIAN, SCHULTMAN FRANK, *Building Information Modeling (BIM) for existing building – Literature review and future needs*, in “Automation in Construction”, 38, 2014, pp. 109-127.
21. SIMEONE DAVIDE, CURSI STEFANO, TOLDO ILARIA, CARRARA GIANFRANCO, *B(H)IM Built heritage Information Modelling Extending BIM approach to historical and archaeological heritage representation*, in “Proceedings of the 32nd eCAADe Conference - Volume 1, Department of Architecture and Built Environment”, Faculty of Engineering and Environment, Newcastle, 2014, pp. 613-622.
22. DEL GIUDICE MICHELE, *La gestione della nuvola di punti con il BIM*, in OSELLO ANNA (a cura di), *Building Information Modeling - Geographic Information System - Augmented Reality per il Facility Managment*, Dario Flaccovio Editore, Palermo, 2015.
23. Problematica in parte trascurabile in quanto i dati costituiscono un patrimonio comune gestito da enti pubblici, dunque dai dati archivistici spesso quasi del tutto opensource.
24. È comunque da specificare come esistano delle eccezioni composte da elementi architettonici totalmente univoci e impossibili da ricondurre a un gruppo semantico, come previsto anche nell’analisi d’insiemistica.

25. Ricordiamo come per architettura “caratterizzata” s’intendano tutte quelle architetture composte da geometrie più o meno semplici e facilmente scomponibili in elementi architettonici ricorrenti, come nel caso dei fari, delle abbazie, delle chiese, ecc.
26. BRUSAPORCI STEFANO, *Ontological Issues in Architectural Digital Heritage Interdisciplinary world*, in “International Journal of Computational Methods in Heritage Science”, vol. 1, issue 2, Luglio-Dicembre 2017, pp. 100-116.
27. DI LUGGO ANTONELLA, SCANDURRA SIMONA, *La traduzione dal modello discreto al modello parametrico per la conoscenza del patrimonio architettonico nei sistemi HBIM*, in “DISEGNARECON”, vol. 9, n. 16, 2016, pp. 11.1-11.8.
28. Art & Architecture Thesaurus® Online, disponibile in: <http://www.getty.edu/research/tools/vocabularies/aat/>.
29. CIDOC CRM, disponibile in: <https://cidoc-crm.org/>.
30. Il CIDOC CRM, dal dicembre 2016, risulta essere riconosciuto come standard ISO ufficiale, status poi rinnovato nel 2014 nell’ambito ISO 21127: 2014.
31. Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione, disponibile in: <http://www.iccd.beniculturali.it/it/strumenti-terminologici>.
32. Nello specifico, i vocaboli creati si suddividono in chiusi o aperti: i primi sono degli elenchi predefiniti di termini, che impediscono al catalogatore di aggiungere nuove terminologie. I vocaboli aperti, invece, possono essere incrementati con l’inserimento nel corso della redazione di una scheda di nuovi termini. Il catalogo dei termini è consultabile al link: <https://github.com/ICCD-MiBACT/Standard-catalografici/tree/master/strumenti-terminologici/beni%20architettonici%20e%20paesaggistici>.
33. La creazione di un glossario ontologico, seppur non propedeutico nell’ambito delle scienze parametriche, risulterà poi fondamentale e preparatorio nel corso della creazione di un’ontologia formale applicata ai fari italiani. Questo perché, in primo luogo, i diversi termini possono avere molteplici significati e, in secondo luogo, poiché la definizione di una specifica terminologia permette di collegare l’ontologia verso ulteriori processi informatici e di valorizzazione.
34. GIRBARCIA FLORIN, BURNARIU SILVIU, ORMAN ALEX PETRE, POSTELNICU CRISTIAN, *Virtual restoration of deteriorated religious heritage objects using augmented reality technologies*, in “EUROPEAN JOURNAL OF SCIENCE AND THEOLOGY”, Ecozone, Romania, 2013.
35. DEL GIUDICE MICHELE, *L’impostazione di un modello BIM per un edificio esistente*, in OSELLO ANNA (a cura di), *Building Information Modeling - Geographic Information System - Augmented Reality per il Facility Management*, Dario Flaccovio Editore, Palermo, 2015.
36. OSELLO ANNA, *Il BIM, il GIS e la AR per il FM*, in Osello Anna (a cura di), *Building Information Modeling - Geographic Information System - Augmented Reality per il Facility Management*, Dario Flaccovio editore, Palermo, 2015.
37. Il *Level of Detail* e il *Level of Development* si configurano come parti integranti del LOD, in cui il livello dettaglio può essere definito come l’input dell’elemento, mentre il livello di sviluppo definisce l’attendibilità dell’output.

38. La normativa BIM per la modellazione e la definizione di dettaglio parametrico può contare su quattro organizzazioni differenti: l'American Institute of Architects (AIA); l'US chapter of buildingSMART International (BIMforum); il National Institute of Building Sciences-buildingSMARTalliance (NIBS); l'US ArmyCorps of Engineers (USACE). Ricordiamo infine il BIMforumLOD specification.
39. La norma UNI 11337-4:2017 fornisce un'indicazione in merito ai livelli di LOD, ai quali attenersi in maniera volontaria e non obbligatoria, come stabilito dal Decreto BIM (D.M. 560/2017).
40. La normativa italiana divide i Level of Detail (LOD) in Level of Geometry (LOG) e in Level of Information (LOI).
41. BRUSAPORCI STEFANO, MAIEZZA PAMELA, CENTOFANTI MARIO, TATA ALESSANDRA, RUGGIERI ANDREA, *Per una riflessione teorico-metodologica sulla procedura HBIM di modellazione informativa dei beni architettonici*, in "RIFLESSIONI, l'arte del disegno/il disegno dell'arte, Unione Italiana Disegno, 41° Convegno internazionale dei docenti delle discipline della rappresentazione", Perugia, 19-21 settembre 2019, pp. 449-456.
42. MAIEZZA PAMELA, *As built Reliability in Architectural Hbim Modeling*, in "THE INTERNATIONAL ARCHIVES OF PHOTOGRAMMETRY, REMOTE SENSING AND SPATIAL INFORMATION SCIENCES", ISPRS, Hannover, 2019.
43. Non ci si riferisce dunque al singolo caso studio ma alla totalità delle architetture afferenti a una specifica tipologia edilizia, per la quale l'individuazione delle geometrie generiche si configura come il risultato di una puntuale analisi sui casi studio delle architetture italiane e, parzialmente, mediterranee.
44. Questo tipo di modelli possono essere adattati per differenti indirizzi, eventualmente necessitanti di un grado di approfondimento più dettagliato, da implementare con informazioni individuate caso per caso.
45. Nello specifico, il linguaggio di programmazione visuale (VPL) permette, a differenza della classica scrittura esplicita di un codice informatico, la manipolazione grafica degli elementi. La logica di Dynamo è definita da «boxes and arrow», in cui ogni nodo (box) si definisce come una specifica istruzione programmata che l'utente può formare secondo sequenze personalizzate attraverso ponti di collegamento (arrow).
46. KENSEK KAREN, *Integration of Environmental Sensors with BIM: case studies using Arduino, Dynamo and Revit API*, in "Informes de la Construcción", 66(536), 2014.
47. SANDZHEV N. V., LALIN V. V., SAVCHENKO A. V., SERDIUKNOV D. A., *Dynamo platform for automation Revit*, in "Alfabuild", 6(7), 2018, pp. 75-82.
48. BARAZZETTI LUIGI, BANFI FABRIZIO, BRUMANA RAFFAELLA, PREVITALI MATTIA, *Creation of parametric BIM objects from point clouds using NURBS*, in "The Photogrammetric Record", 30 (152), 2015, pp. 339-362.
49. QUATTRINI RAMONA, PIERDICA ROBERTO, MORBIDONI CRISTIAN, *Knowledge-based data enrichment for HBIM: Exploring high-quality models using the semantic-web*, in "Journal of Cultural Heritage", 28, 2017, pp. 129-139.
50. POCOBELLI DANAE PHAEDRA, BOEHM JAN, BRYAN PAUL, STILL JAMES, GRAU-BOVÉ JOSEP, *Building information models for monitoring and simulation data in heritage buildings*, in "ISPRS Archives", 422, 2018, pp. 909-916.

51. Per sistema-faro s'intende un'architettura "archetipa", riconducibile al concetto di "faro tipo" in cui vengono modellati i macro elementi da inserire – l'edificio, la torre e la lanterna – ma non i dati dimensionali che li costituiscono.
52. GARAGNANI SIMONE, CINTI LUCIANI STEFANO, *The parametric modeling architecture: Autodesk Revit's B.I.M. technology*, in "DISEGNARECON", vol. 4, n.7, 2011, pp. 20-29.
53. A chiusura della definizione tipologica delle famiglie parametriche, si citano le famiglie nidificate, ossia elementi creati con una o più famiglie insieme, attraverso il quale controllare in maniera simultanea i relativi parametri.
54. Nel corso della creazione del "modello di progetto dei fari Italiani" non si sono utilizzate le famiglie locali in quanto, come precedentemente illustrato, si configurano come performanti nel caso di elementi unici e non replicabili.
55. L'individuazione puntuale delle modanature si è prodotta attraverso l'uso di elementi archivistici, documentazioni fotografiche e alcuni rilievi.
56. Tutte le famiglie caricabili sono "hostate" da una parete, da un pavimento, da un soffitto, da un livello, da una superficie, ecc. Con "host" s'intende infatti una famiglia associata a un determinato elemento ospite, come in questo caso un muro.
57. Un'ulteriore etichetta del quale si è tenuto conto è rappresentata dall'altezza dell'elemento host, ossia del muro, impostata provvisoriamente a tre metri, in modo da fornire al modellatore un riferimento in rapporto alla scala architettonica dell'edificio.
58. Modificando la misura di una singola etichetta si andranno a modificare tutti gli elementi afferenti a quella specifica etichetta: queste si sono individuate comprendendo elementi alternati secondo nomenclatura "maggiore" e "minore".
59. Nell'ambito della caratterizzazione semantica per le persiane, a differenza della categoria delle bucatore, la differenziazione tra anta singola e doppia non sussiste in quanto questa tipologia di elementi viene utilizzata unicamente per le bucatore a doppia anta, siano esse voltate o meno.
60. La metodologia parametrica si definisce dunque come plasmabile nell'accuratezza di dettaglio in quanto gli elementi creati e inseriti nel modello di progetto risultano essere sufficientemente dettagliati e parametrizzati nella loro componente geometrica e tipologica, comprendendo tutte le variabili replicabili assimilabili ai fari italiani.
61. La modifica metrica degli elementi semantici parametrici segue un'accuratezza direttamente proporzionale e connessa alla tipologia di raccolta delle misurazioni. Nel caso della modellazione di seguito proposta si è scelto di seguire le misurazioni raccolte mediante il foto raddrizzamento delle facciate, pur avendo a disposizione una nuvola di punti per ogni faro-caso studio. Attraverso questa scelta si vuole capire e analizzare il grado di accuratezza del modello di tipo "medio" creato mediante foto e poche misure acquisite con rilievo diretto, pur sottolineando come l'accuratezza del modello dipenda esclusivamente dall'utilizzo del modello stesso.
62. È lo stesso progetto ad individuare per l'intera superficie del faro, ad eccezione dello spazio governativo, un cambio di destinazione d'uso di tipo turistico-ricettivo, con possibilità di iniziative di elevato valore culturale legate, ad esempio, alla ricerca scientifica e/o ambientale e/o didattica, soprattutto in relazione al contesto storico-paesaggistico.

63. PERSANO ERNESTO, *Guida per i sorgitori della costa occidentale d'Italia, quelli della Sardegna e della Sicilia*, Hoepli, Milano, 1980.
64. L'impostazione di etichette su elementi non riproducibili si configura come un'azione non strettamente necessaria ai fini di una successiva modifica dell'elemento.
65. Come assertito precedentemente, la metodologia Scan-to-BIM si configura come una metodologia ottimale per la creazione di modelli coerenti alla consistenza reale dell'edificio, seppur non esenti da problematiche di gestione e da un'importante dispendio di tempo. Ciò avviene in conseguenza della rigida predisposizione del programma verso la creazione di elementi parametrici individuati e racchiusi in librerie di oggetti digitali standardizzati – problematica parzialmente superata attraverso la creazione della libreria semantica dei fari – dunque poco adattabili alla vastissima caratterizzazione e unicità degli elementi costituenti il patrimonio culturale esistente.
66. Nell'ambito della raccolta dei dati, è da tenere in considerazione la complessa laboriosità nell'ambito della documentazione e della creazione di un linguaggio comune e ricorrente dell'architettura in esame.



8. L'ontologia come forma di conoscenza e di condivisione dei dati

L'esplicitazione e l'utilizzo dell'ontologia può essere fatta risalire a due specifici ambiti: da un lato la filosofia e dall'altro l'informatica¹. In ambito filosofico, l'Ontologia si riferisce «all'essenza delle cose attraverso i cambiamenti», concetto sul quale lavorano filosofi quali Parmenide di Elea, Aristotele e, nel XVIII secolo, Kant, secondo il quale l'ontologia è quel sistema di concetti e principi che permettono di risalire al dato di esperienza, ossia dal sensibile al soprasensibile. Nel passato più recente, l'ontologia attrae a sé nuovi significati nell'ambito dell'informatica, indirizzata dunque all'archiviazione documentale, ossia un orientamento dall'ingente interesse da parte delle istituzioni, verso la quale destinare investimenti e ricerche orientate all'organizzazione semantica. Lo scopo di tali indirizzi può essere sintetizzato in tre punti ben definiti: utilizzo razionale dei dati; incremento dello scambio e della condivisione dei dati stessi; conservazione delle informazioni per un periodo più lungo².

Appare fin da subito evidente come la conservazione e la rappresentazione del patrimonio storico non possa esimersi dalla produzione di classificazioni, per le quali le fonti archivistiche si configurano come fondamentali per una corretta esplicitazione dell'identità storica³. In questo senso, l'archivio e la classificazione digitale rappresentano un'impronta fondamentale per il ricordo della storia e del passato, oltre a costituire la base attraverso la quale garantire una conoscenza sempre più accessibile a tutte le tipologie di fruitore⁴, moltiplicando esponenzialmente l'attenzione verso tutte le tipologie architettoniche.

La nascita di sistemi per la catalogazione comporta infatti degli indiscutibili benefici per la conoscenza dei luoghi e della storia, generando al tempo stesso un'eccessiva frammentazione e dispersione dei dati⁵, oltre alla diffusione di archivi di architettura incompleti: frammenti "muti" in attesa del loro riconoscimento in quanto esempi della successione della storia architettonica nel tempo⁶.

Ciononostante, gli ultimi anni vedono l'intrecciarsi di dinamiche sempre più innovative e incalzanti indirizzate alla catalogazione e alla valorizzazione dei beni culturali, spesso oggetto di repentini cambiamenti nel campo della fruizione e della disseminazione.

In questo senso, le istituzioni culturali, al fine di superare il divario esistente tra fruizione e offerta proposta, si possono servire delle ICT⁷, ovvero un valido strumento per la digitalizzazione e la connessione tra le *hard science* e le *soft science*, fondamentali nella connessione tra saperi, al fine di migliorare l'accessibilità, la comunicazione e la comprensione dei dati e del patrimonio architettonico. In definitiva, l'organizzazione e la connessione delle informazioni digitali diviene oggi sempre più necessaria, un campo in cui le scienze ontologiche, basate dunque su comportamenti "intelligenti" da porre in essere mediante la scomposizione in sotto-problemi, si configurano come estremamente performanti e dall'alto potenziale.

Ma perché l'ontologia si configura specificatamente come il metodo perfetto per la catalogazione del patrimonio culturale? Questo perché, di fatto, l'ontologia migliora la gestione/comprendimento e l'accesso alla complessità di dati, oltre a migliorarne l'implementazione e l'interoperabilità, ambiti per i quali la semantica si configura come lo strumento di catalogazione più efficace, da associare proficuamente a questo tipo di scienze^{8, 9}. In questo senso, l'utilizzo di un'ontologia risulta essere estremamente performante per: condividere informazioni tra persone e software; per esplicitare ipotesi su uno specifico dominio; per ampliare la conoscenza di un dominio, per analizzare e creare nuove conoscenze di un dominio¹⁰.

In ambito applicativo, l'ontologia rappresenta una concettualizzazione condivisa di un certo dominio e si fonda sulla definizione dei concetti e delle relazioni che caratterizzano la conoscenza del dominio prescelto, rendendo possibile, da un lato, l'organizzazione in modo intelligente delle informazioni già note e, dall'altro, di stabilire nuove asserzioni deducibili, ovvero una nuova conoscenza¹¹. Prima di esplicitare il processo di creazione dell'ontologia indirizzata alla riconnessione sia "nota" che "inedita" dei dati associati ai beni italiani, risulta necessario chiarire brevemente cos'è un'ontologia, la struttura che la definisce e le relazioni che la compongono.

8.1. Teoria e uso dell'ontologia

Se in passato l'ontologia viene definita da Aristotele come «lo studio dell'essere in quanto essere», vale a dire una disciplina strettamente collegata alla filosofia, oggi cambia di significato e uso, indirizzandosi verso la comunicazione e l'informazione digitale, ossia un processo ottimale utile a facilitare la condivisione¹². Sono diverse le definizioni associate all'ontologia che si sono susseguite nei tempi moderni: dal punto di vista filosofico è una spiegazione sistematica dell'essere; dal

punto di vista informatico Gruber¹³ la definisce come un'esplicita specificazione di una concettualizzazione; Borst¹⁴ la definisce come una specifica formale di una concettualizzazione condivisa mentre secondo Guarino¹⁵ «l'ontologia definisce una teoria logica che da una giustificazione esplicita e parziale di una concettualizzazione». Ma la definizione che meglio si affianca al contenuto della presente tesi è senza dubbio quella asserita da Swartout nel 1997: «un'ontologia è un insieme strutturato di termini che descrivono un dominio e che possono essere usati come uno scheletro per la creazione di una base di conoscenza»¹⁶.

A livello puramente formale, l'ontologia rientra di diritto nell'ambito dell'intelligenza artificiale e della rappresentazione della conoscenza, configurandosi come una teoria di primo ordine, scissa in due parti ben definite: la sintassi e la semantica.

La semantica è la rappresentazione di un'ontologia mediante linguaggi web, attraverso il quale garantire il corretto scambio e la corretta lettura dei dati da parte della macchina: è il caso della sintassi di XML e RDF¹⁷. Su di essi risulta essere ancorato il Web Ontology Language (OWL), un'estensione dell'RDF, ossia un linguaggio di markup¹⁸ per rappresentare ed esplicitare la semantica e il significato di specifici termini in relazione tra loro. Lo scopo finale è quello di costruire non solo delle basi di conoscenza ma anche la creazione di nuove deduzioni, superando i frequenti problemi di omonimia nell'ambito della ricerca web¹⁹. La sintassi, invece, non è altro che un linguaggio fondato sullo standard XML, attraverso la quale organizzare i dati in categorie definite secondo relazioni imposte. Tale classificazione rende possibile l'interpretazione, la conoscenza e la comprensione delle conoscenze esposte anche agli umani.

In definitiva, la semantica ontologica pone in essere una comune comprensione tra l'architettura e il suo significato, verso una conoscenza condivisa ed interoperabile dei dati, tematiche chiave anche nell'ambito della modellazione parametrica²⁰. Essa, infatti, risulta già essere fondata sulla gestione dei dati, nel corso del quale vengono però trascurati tutti quei dati testuali inerenti, ad esempio, alla storia dell'edificio e alle caratteristiche funzionali, evidenziando un gap tra l'interoperabilità architettonica e la conoscenza a 360° dell'edificio modellato. Nel contesto ontologico dei fari italiani, tale aspetto, unitamente alla trattazione della semantica e della terminologia dell'edificio, risulta essere una chiave di lettura fondamentale al fine di riconnettere il materiale e l'immateriale, l'estetica alla funzione.

In questo senso, prima di addentrarci nel processo di creazione pratica dell'ontologia applicata ai fari italiani – in funzione di classi, relazioni e domini – risulta necessario esporre una prima considerazione riguardo all'estrema importanza che ricopre la terminologia associata al dominio al quale vogliamo riferirci. Questo perché i differenti termini possono avere molteplici significati, in base al campo di studio e alla lingua alla quale ci riferiamo, oltre a rappresentare il mezzo attraverso il quale collegare e connettere l'ontologia ai processi informatici, modellativi e di valorizzazione²¹.

La logica terminista può essere fatta risalire all'inglese Guglielmo di Ockham che, con l'articolo *Terminologie et ontologie*, pubblicato nel XIII secolo, dà inizio alla teoria fondata sulla proprietà della terminologia e sulla sua connessione con la realtà. A questa logica si susseguono le influenze analitiche del positivismo logico, fondate sulle teorie di Eugen Wüster, grazie al quale l'ontologia s'inserisce a pieno titolo nelle discipline connesse alla terminologia, unitamente alla logica, all'epistemologia, alla linguistica applicata, alla linguistica e, soprattutto, alle scienze informatiche. È, infine, Rastier, nell'articolo *Ontologie(s)*, a precisare come lo studio ontologico sia indissolubilmente associato alla linguistica semantica, una tipologia di classificazione cardine del presente volume, e per tale motivo scelta nel processo di analisi indirizzato alla connessione della conoscenza.

In merito al rapporto tra l'ontologia e la terminologia, non si può non citare, inoltre, il pensiero di Roche^{22, 23}, che definisce l'ontologia come «une conceptualisation d'un domaine», sottolineando come la terminologia debba essere considerata pratica quanto la scienza, nonché chiave promettente per la costruzione e la rappresentazione definitiva della conoscenza.

Tra le parole chiave che descrivono i punti cardine verso le quali le ricerche s'indirizzano, possiamo sottolineare infine *La cartographie des savoirs*, in cui Cristopher Tricot²⁴ definisce l'ontologia come lo spazio informativo indirizzato alla gestione della conoscenza, da organizzare secondo: il metodo, il processo, i criteri, il formalismo descrittivo e il linguaggio. Il metodo deve rispondere a bisogni concreti, il processo costituisce il rapporto tra informazioni e operazioni nella creazione ontologica, il formalismo descrittivo – Semantic Network Description Formalism (SDNF) – descrive le conoscenze in uno specifico ambito e, infine, i criteri strutturano l'ontologia di uno specifico dominio.

Appare a questo punto evidente come la terminologia usata per l'esplicitazione di un dominio risulti fondamentale nella creazione di una conoscenza nuova o esistente. In questo senso, come già menzionato nell'ambito della ricerca web, è da evidenziare l'oggettivo possibile fraintendimento delle parole rispetto al dominio al quale ci stiamo riferendo, sia nel caso di parole polisemiche che nell'utilizzo dell'ontologia in riferimento a lingue differenti da quella di origine (fig. 1)²⁵.

Nell'ambito della polisemia e di differenti lingue, la parola “faro”, infatti, presenta questo tipo di problematica nel caso di domini associati alla lingua italiana e francese; non vale lo stesso per la lingua inglese e per lo spagnolo. La terminologia, dunque, rappresenta un aspetto fondamentale nella definizione di un'ontologia, per la quale la preventiva definizione della lingua e del relativo significato dei termini diviene necessaria, richiedendone una propedeutica esplicitazione. In questo senso, infatti, lo studio qui presentato si avvicina al significato di parole attinenti alla lingua italiana, del quale si sono definite specifiche categorizzazioni e significati.

Term	Definition	Source
Lighthouse	Light signaling instrument, consisting of a projector of white or red or green light, with a range of 10 to 40 miles, usually implanted in a solid tower construction or in another suitable building, on the most visible points of the coast (ends of the piers, promontories, rocks), to serve as a fixed point of reference for night navigation; it is said characteristic of a f. the type of light emission (continuous or intermittent) and its range. In some cases it is mounted on a float (light boat, light ship). [...]	Treccani dictionary Url: https://www.treccani.it/vocabolario/faro/
Nominal range of the light source	The range of the headlights can be divided into nominal, geographical and luminous range. The nominal range, on the other hand, is independent of atmospheric conditions and is defined as the light range that the lighthouse would have under standard conditions, with a meteorological visibility of at least 10 miles. The nominal range of a lighthouse is from 10 miles to 40 miles.	Sites specialized in boating: lessons for the acquisition of a nautical license. Url: https://www.nauticando.net/lezioni-di-nautica/segnalamenti-ottici-marittimi/ ; https://www.mikonsulting.it/joomla/images/Navigazione/fari%20e%20segnali%20da%20nebbia.pdf .
Lantern	Part of the architectural complex of the lighthouse, the lantern is the glass structure that contains and protects the lamp and the optics. Generally circular in shape, but also polygonal, the lantern is made with special technical devices to be as transparent as possible to the light signal emitted by the optic [...]. Finally, on the tower there are one or more hanging galleries (the "terrace" or "gallery"), outside the service room and the lantern, the latter mainly to allow cleaning of the external surface of the lantern windows.	Sites specialized in boating and officers. Url: https://www.nps.gov/maritime/ ; https://www.mikonsulting.it/joomla/images/Navigazione/fari%20e%20segnali%20da%20nebbia.pdf . Libro: L'architettura dei fari italiani

Fig. 1 Terminologie e definizioni ontologiche.

Al fine di poter sviluppare ed esprimere correttamente l'ontologia, unitamente alla definizione di un corretto apparato terminologico, risulta necessario esplicitare i meccanismi formali intercorsi nei linguaggi concettuali di tipo OWL. Definita dunque l'importanza della terminologia, si vuole a questo punto analizzare la composizione di un'ontologia composta, da un lato, dalla gerarchia delle classi, ossia la tassonomia e, dall'altro, dalle loro relazioni, dalle proprietà e dalle istanze (fig. 2).

Le classi si configurano come un'insieme di "individui" organizzati gerarchicamente secondo "sovraclassi" e "sottoclassi", quest'ultime comprendenti tutte le proprietà relazionali degli elementi²⁶. Le proprietà sono relazioni binarie sulla categoria *individuals*, ossia istanze inserite nelle classi, suddivise in due tipologie: *object properties* e *datatype properties*. La prima si definisce come una relazione che lega differenti individui, la seconda non è altro che il legame di uno specifico individuo a dei specifici valori *datatype*. Infine, le *restrictions*, ossia i legami intercorsi tra individui, raggruppati secondo tre categorie: restrizioni di quantità, restrizioni di cardinalità e restrizioni *hasValue*, composte da proprietà, da un quantificatore e da un *filler*.

In sintesi, possiamo dunque affermare come per la progettazione di un'ontologia si necessitino dei seguenti elementi: determinazione del dominio e dello scopo per il quale viene creata l'ontologia; organizzazione delle classi mediante una gerarchia secondo classi e sottoclassi; definizione degli attributi di rapporto o relazione tra concetti; definizione delle istanze delle classi e sottoclassi. Attraverso il soddisfacimento di questi elementi, la scienza ontologica si configura dunque come una metodologia attraverso la quale facilitare la cooperazione mediante: lo scambio e l'aggregazione d'informazioni; l'illustrazione delle connessioni tra concetti, semantiche o casi studio; la categorizzazione dei dati e delle informazioni; l'esplorazione di diverse asserzioni conoscitive, siano essere conosciute o nuove²⁷; l'infinita estensione della conoscenza.

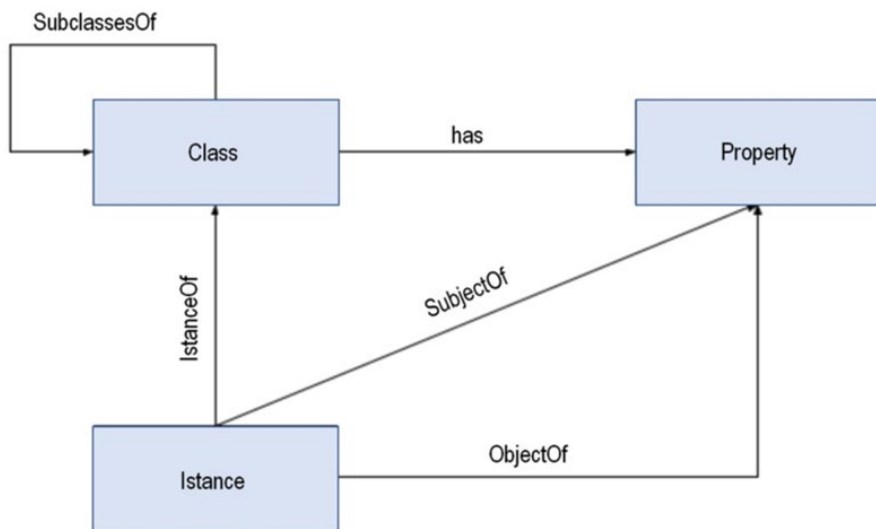


Fig. 2 Classi, relazioni e connessioni ontologiche.

Prima di esplicitare in maniera pratica e sistematica l'ontologia dei fari italiani, si vuole proporre un'ultima ma necessaria precisazione riguardo l'approccio ontologico. Citando i concetti espressi nel corso dell'introduzione in merito alla modellazione parametrica: «La metodologia qui proposta riprende in parte i concetti espressi nel “metodo al contrario” di Tiveron, in cui la “gestione” viene posta in essere attraverso la decodifica del linguaggio architettonico-informativo degli edifici costieri, fino al “raggiungimento degli obiettivi” attraverso la loro “ricomposizione” applicativa su specifici casi studio. Coerentemente a tale metodo, il punto di partenza della metodologia è definito dalla catalogazione dei dati fino a giungere all'esplicitazione del singolo caso studio, “obiettivo” ottenuto mediante un approccio di tipo *top-down*, vale a dire una scomposizione per parti già posta in essere nell'ambito della catalogazione dei dati». Allo stesso modo, la gestione ontologica dei fari italiani si configura come una decodifica del linguaggio architettonico-informativo degli edifici costieri, attraverso la quale riconnettere la conoscenza e giungere alla completezza informativa e modellativa di specifici casi studio.

Dunque, coerentemente alla logica seguita per la metodologia parametrica, la metodologia ontologica dei fari italiani s'indirizza verso il medesimo processo *top-down*, fondato sulla costituzione di aspetti generici, sostenuti da ulteriori sottoargomenti specifici: un'ontologia di primo livello descritta secondo rapporti e sottoargomenti. In questo senso, la tematica attinente alla creazione di rapporti e sottoargomenti si configura come estremamente connessa al processo di scomposizione attuato per i fari italiani, suddivisi in macro e micro variabili, relazionate con il sovrappunto che le contiene.

8.2. Per un'ontologia dei fari italiani: motivi della ricerca e tassonomia

Definita quella che è la teoria ontologica e il suo utilizzo, si vuole di seguito esplicitare l'ontologia creata, indirizzata alla conoscenza e alla disseminazione del patrimonio storico dei fari italiani, attraverso la quale visionare le caratteristiche appartenenti a differenti architetture costiere e porre in essere analisi e studi di riconnessione tra tipologie stilistiche, forme geometriche, elementi parametrici tridimensionali e caratteristiche funzionali. In questo senso, è da sottolineare come, in ogni caso, ogni ontologia rappresenti la conoscenza che l'utente intende rappresentare, ossia una personale interpretazione e analisi della realtà, seppur basata su concetti e termini scientifici e oggettivi.

Per la creazione di una mappa della conoscenza dei fari italiani si è utilizzato il software opensource Protégé, ossia un editor ontologico capace di creare e gestire ontologie di vari formati: RDF(S), OWL e XML Schema. La piattaforma permette di utilizzare due modalità per la creazione di ontologie: Protégé-Frames editor e Protégé-OWL editor. Il primo permette di costruire le ontologie basate su *frame*, il secondo, costituente la tipologia qui utilizzata, consente di costruire ontologie indirizzate al Semantic Web, nello specifico il linguaggio OWL, includendo la descrizione di classi, di proprietà e d'istanze, comprese nella sovraclasse generica "owl:Thing". È in quest'ultimo che Protégé, coerentemente alla creazione di un'ontologia OWL, ci permette di definire una gerarchia di classi, detta tassonomia, ed un insieme di proprietà, corrispondenti alle relazioni.

La prima azione da porre in essere nell'ambito della creazione ontologica è proprio l'identificazione di un dominio e l'individuazione dello scopo per il quale viene creata l'ontologia. In questo senso, il dominio di ricerca inserito nell'ontologia corrisponde e afferisce agli elementi architettonici di tipo semantico, nonché agli elementi funzionali ad essi associati, corrispondenti ai fari italiani, seppur implementabili a tutto il contesto Mediterraneo²⁸.

In parallelo alla creazione ontologica vi sono ulteriori domande da porre in essere, tra le quali: a quali tipi di domande e informazioni vogliamo dare risposta? chi è il fruitore dell'ontologia?²⁹; domande che possono mutare nel corso della creazione di un'ontologia, ma in ogni caso necessarie nel corso della prima strutturazione, al fine di delimitare il campo di studio e i dati dell'ontologia stessa.

Nell'ambito di tali domande, se il dominio di ricerca è stato appena illustrato, possiamo affermare come l'ontologia proposta si ponga come obiettivo la creazione di un apparato di connessione del sapere, attraverso il quale ampliare la semantizzazione parametrica e generare nuove conoscenze analitiche nel campo dello studio dei fari. Attraverso la gerarchizzazione e la commistione tra i dati architettonico-costieri, risulta infatti possibile analizzare eventuali ricorrenze stilistico-architettoniche in funzione degli ambiti geografici, possibili raggi di azione comuni in relazione alla linea costiera, eventuali

processi di potenziamento del segnalamento costiero nel corso di uno specifico spazio temporale, nonché riconnettere il sapere, ancora frammentario.

Un ulteriore punto riguarda i fruitori dell'ontologia stessa, un ambito strettamente connesso alla complessità e alla tipologia dei dati trattati. Attraverso la costruzione e la connessione dei dati dei fari italiani, risulta possibile estrapolare differenti livelli di conoscenza e di fruizione, rendendo necessaria l'individuazione di differenti *user*, in funzione alle modalità di fruizione.

Entrando nel vivo della creazione ontologica dei fari Italiani, si è dunque proceduto alla creazione della struttura tassonomica con la classe "Patrimonio culturale", sovraclassa della classe "Fari", suddivisi in "Area Mediterranea" e "Area non Mediterranea"³⁰.

Per l'individuazione tassonomica delle classi ontologiche si è seguita la medesima strutturazione e scomposizione proposta per la modellazione parametrica, mediante la creazione di tre sottoclassi riferite alle tre macro variabili dei fari: "Edificio", "Torre" e "Lanterna". Congiuntamente alla creazione delle precedenti sottoclassi, si è resa necessaria la creazione di tre ulteriori sottoclassi della sovraclassa "Fari Italiani", in quanto non collegate alla singola macro variabile ma, al contrario, all'intera struttura.

Tali sottoclassi, infatti, risultano essere associate alle caratteristiche funzionali e di localizzazione del faro, oltre a costituire la categoria associata alla nomenclatura degli specifici fari: "Anno di costruzione", "Nome faro" e "Localizzazione". Se per le prime due non si è individuata alcuna ulteriore sottoclasse, in quanto costituenti una specifica categoria informativa da inserire nel contesto *Instances*, per le classi "Localizzazione", "Edificio", "Lanterna" e "Torre" è stato necessario creare delle sottoclassi utili all'identificazione di un ambito conoscitivo più specifico di ciascuna sovraclassa. In questo senso, per la sovraclassa "Localizzazione" si sono individuate le sottoclassi "Altezza sul livello del mare" e "Nome mare", categorie basate sul rapporto intercorso tra il faro e l'intorno, oltre a costituire degli elementi precedentemente individuati nel database conoscitivo indirizzato ai fari del Mediterraneo.

Per le sottoclassi delle sovraclassi "Edificio", "Lanterna" e "Torre" si sono, invece, individuate le medesime categorie semantiche utilizzate per la modellazione parametrica in quanto adatte ad essere utilizzate per la scomposizione conoscitiva dell'architettura del faro e, al tempo stesso, passibili di connessione nel contesto parametrico.

In particolare, per la sovraclassa "Edificio" si sono individuate le sottocategorie: "Elemento angolare", "Numero livelli", "Tipologia bucatura edificio" e "Tipologia modanatura edificio". Per la sovraclassa "Torre" si sono individuate le sottoclassi: "Sezione pianta", "Struttura", "Tipologia bucatura torre" e "Tipologia modanatura torre". Infine, per la sovraclassa "Lanterna" si sono individuate le sottoclassi: "Involucro lanterna", "Parapetto galleria" e "Potenza nominale emissione luminosa" (fig. 3).

Il passo successivo è la creazione degli *Individuals* appartenenti alle varie classi, costituenti le istanze. In questo senso, le logiche di descrizione si servono di tre tipi di entità: concetti, ruoli e nomi individuali. I concetti definiscono l'insieme degli individui, i ruoli rappresentano le relazioni tra gli individui e i nomi individuali definiscono i singoli individui del dominio. Nell'ambito della logica di primo ordine, le precedenti tre entità possono essere associate ai predicati unari, ai predicati binari e ai predicati costanti. Se quanto appena trattato può essere associato ai concetti che compongono uno specifico dominio, di seguito si voglio esplicitare i nomi che concorrono all'individuazione dei singoli nomi individuali che definiscono il dominio. Gli *Individuals* si configurano dunque come la caratterizzazione di una specifica classe descritta secondo oggetti fisici e numeri, definiti come concetti appartenenti alle classi e connessi tra loro mediante relazioni, in questo caso comprendenti l'intero apparato semantico sviluppato nell'ambito della modellazione parametrica e definite precedentemente come le micro variabili dei fari italiani.

Nell'ontologia dei fari Italiani si sono trascritti i nomi dei fari Italiani, unitamente a tutte le istanze appartenenti alle differenti sottoclassi, corrispondenti alle micro variabili e alle caratteristiche funzionali

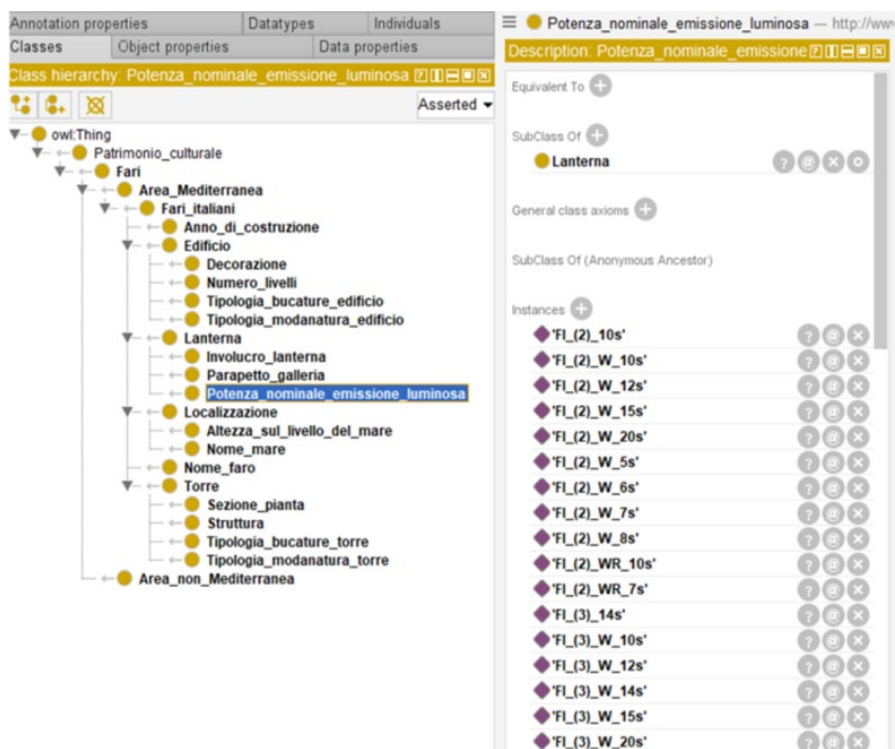


Fig. 4 Ontologia dei fari italiani: potenza nominale dell'emissione luminosa.

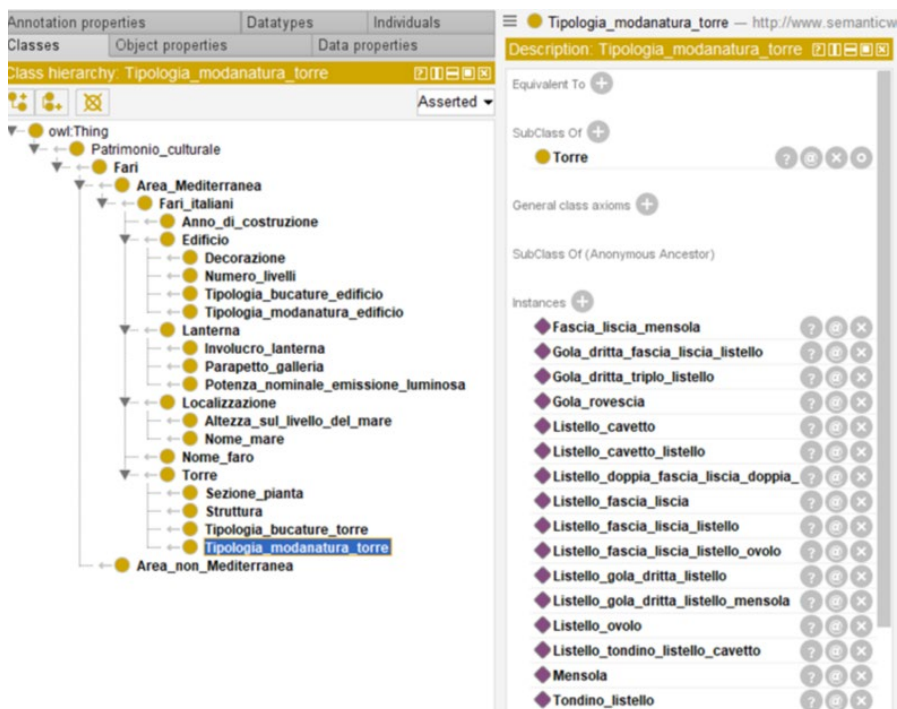


Fig. 5 Ontologia dei fari italiani: tipologie di modanature dell'elemento torre.

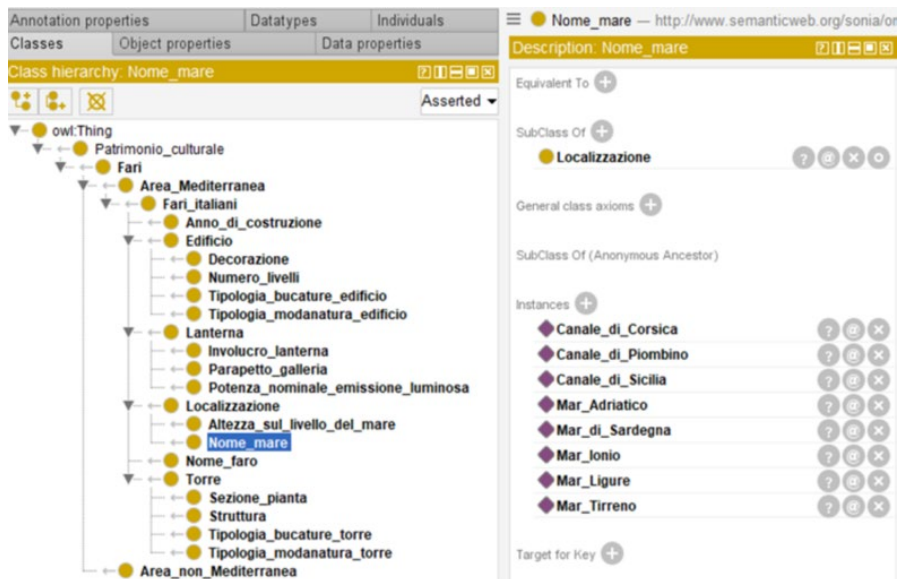


Fig. 6 Ontologia dei fari italiani: localizzazione.

dell'architettura. Ne sono un esempio le nomenclature tecniche della portata luminosa della lanterna (fig. 4), la geometria di sezione in pianta della torre, le tipologie di bucatura dell'elemento edificio e dell'elemento torre, le tipologie di modanatura dell'elemento edificio e dell'elemento torre (fig. 5), il numero di livelli dell'elemento edificio, il mare intercettato dal faro (fig. 6) e l'altezza sul livello del mare. In conclusione, impostata la tassonomia delle classi e delle istanze, si può dunque procedere all'esplicitazione delle relative *Object property assertions* e delle *Data property assertions*, indispensabili per la conoscenza e il rapporto tra i dati, verso la completa connessione e interoperabilità.

8.3. Le relazioni: proprietà degli oggetti e proprietà dei dati

La tassonomia appena esposta non è però sufficiente a fornire le informazioni adatte alla determinazione dello specifico scopo dell'ontologia, in quanto sprovvista delle relazioni che legano gli le istanze alle classi. In questo senso, conclusa la definizione della tassonomia, risulta necessario descrivere la struttura interna dei concetti ponendo in relazione, mediante le proprietà dei dati e degli oggetti, gli individui rispetto a specifiche caratteristiche, fornendo una restrizione e allo stesso tempo una connessione dei dati inseriti.

Le logiche di descrizione, infatti, si servono di tre tipi di entità: concetti, ruoli e nomi individuali. I concetti definiscono l'insieme degli individui, i ruoli rappresentano le relazioni tra gli individui e i nomi individuali definiscono i singoli individui del dominio. In merito alla costruzione pratica delle relazioni, il pannello *Object property* si utilizza per mappare e porre in relazione il modello ER rispetto a due proprietà dell'oggetto ontologico OWL, attraverso la quale collegare un individuo/classe a un altro individuo/classe presenti nel dominio³¹. Si procede, dunque, alla creazione delle proprietà di oggetto specifiche per i fari italiani, inserendo come proprietà di oggetto tutti quei rapporti di connessione tra il faro e una determinata caratteristica semantica, storica e funzionale. Attraverso una proprietà di oggetto quale "come_bucatura_edificio" si mette dunque in

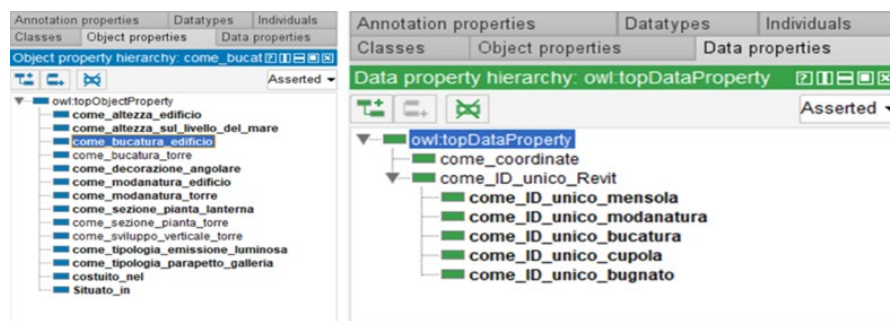


Fig. 7 Object properties e Data Properties del modello ontologico dei fari italiani.

relazione uno specifico faro rispetto a una determinata tipologia di bucatura presente nell'edificio, come la bucatura appartenente al tipo "Verticale_a_doppio_battente_con_volta", "Circolare", "Quadrata", ecc (fig. 7). O ancora, mediante la proprietà di oggetto "come_sezione_pianta_torre" è possibile definire la geometria in sezione della torre di uno specifico faro appartenente agli *Individuals*, tra le quali ricordiamo le sezioni "Circolare", "Mista", "Ottagonale" e "Quadrata".

Sono, infine, da inserire e sviluppare le *Data property*, ossia le affermazioni di connessione capaci di mettere in relazione un *Individual* a una descrizione testuale, attraverso la quale identificare in maniera univoca un determinato caso studio rispetto a uno specifico dato, spesso numerico. Le *Data property*, infatti, risultano essere spesso associati a codici univoci e descrizioni numeriche, spesso composti da codici identificativi, numeri di produzione e codici di localizzazione, ossia caratteristiche presenti solo e soltanto in uno specifico *Individual*. In questo senso, si è dunque ritenuto opportuno porre in relazione attraverso le *Data property* le caratteristiche attinenti la specifica localizzazione geografica e il codice di elemento ID dei modelli parametrici semantici. Si sono dunque create le relazioni associate alla proprietà dei dati denominate "come_coordinate" e come_ID_unico_Revit", quest'ultimo a sua volta composto da tutti gli elementi semantici parametrizzati.

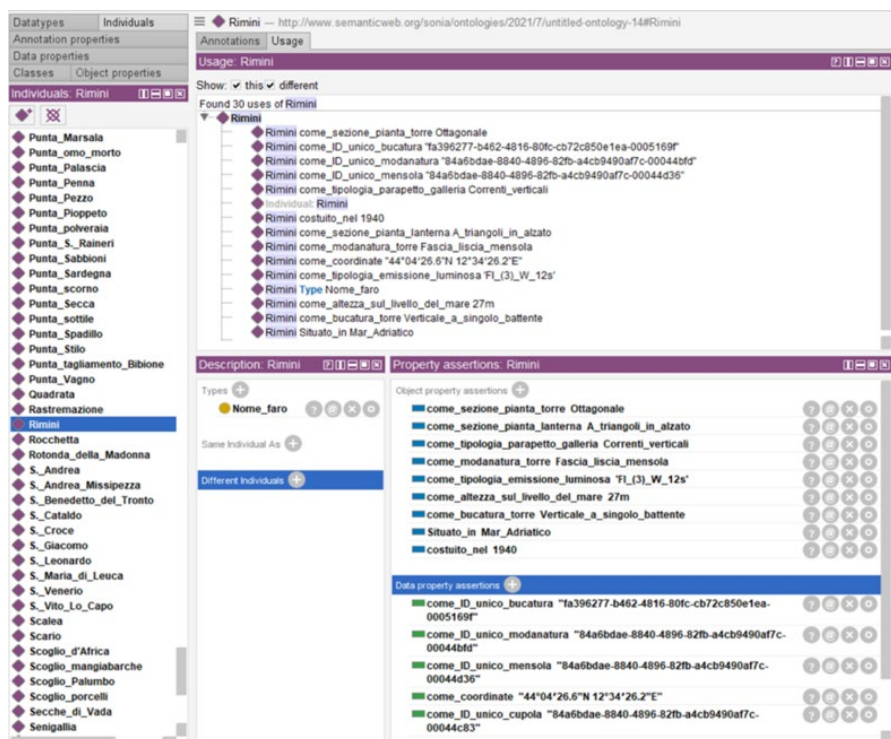


Fig. 8 Pannello ontologico del faro di Rimini.

I dati semantici, funzionali e storici vengono dunque riconnessi a uno specifico caso studio, riportando l'insieme della semantica "scomposta", già frammentata nel corso della schematizzazione e modellazione parametrica, verso la ricomposizione e ricollocazione in specifici fari (fig. 8). Tale ricomposizione rende possibile non solo la creazione di una conoscenza ontologica interattiva, accomunando specifiche caratteristiche semantiche e funzionali a differenti casi studio, ma anche la possibile unione tra modellazione parametrica tridimensionale e conoscenza ontologica testuale.

8.4. *Competency questions: la creazione di una mappa ontologica per la riconnessione*

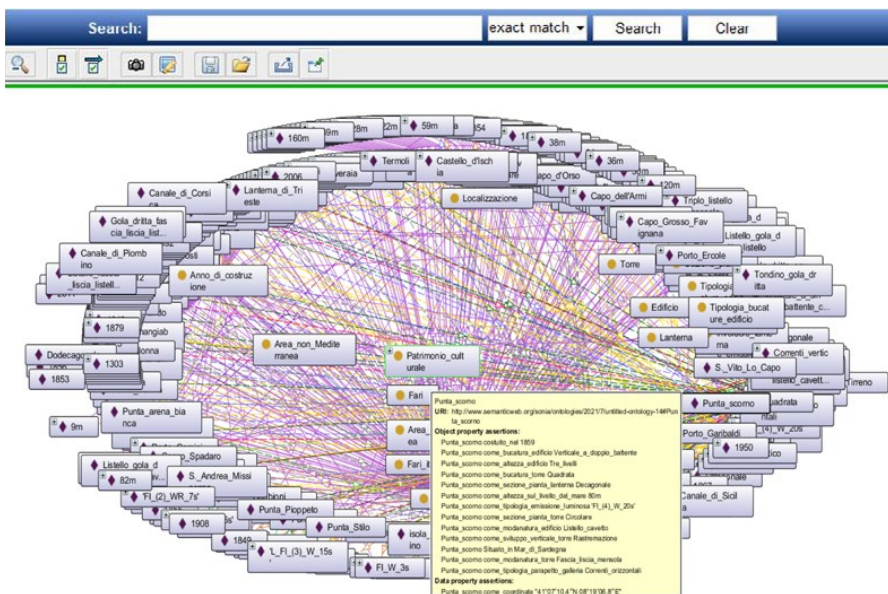
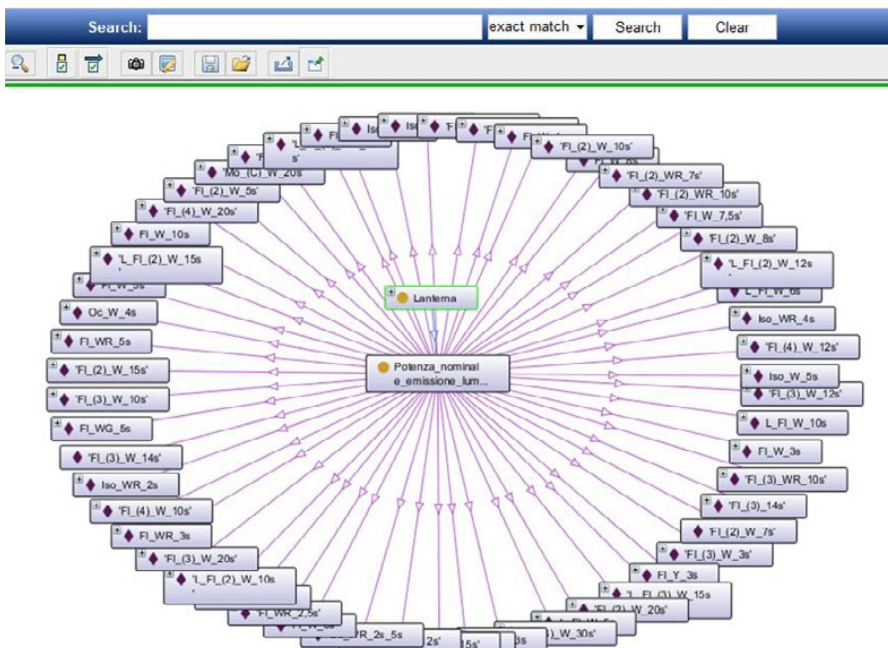
Una delle modalità attraverso il quale è possibile determinare lo scopo di un'ontologia e verificare il corretto funzionamento della stessa è senza dubbio la definizione di un elenco di domande di base alle quali l'ontologia dovrebbe essere in grado di rispondere, al fine di generare una connessione di dati e una nuova conoscenza: è il caso delle *competency questions*, definite formalmente come le domande alle quali vogliamo dare risposta con l'ontologia creata²⁹.

Al fine di verificare il suo corretto funzionamento, l'ontologia deve essere dunque composta da assiomi sufficienti a dare risposta a determinati quesiti, in funzione della conoscenza da trasmettere³². In questo contesto, è da specificare come la proposta, la somministrazione e la verifica delle *competency questions* risulti essere ancora un compito effettuato manualmente da uno specialista, configurandosi come un processo non ancora automatizzato nell'ambiente *opensource*, seppur fondamentale nell'ambito dell'innovazione e della validazione ontologica³³.

Non avendo a disposizione uno strumento automatizzato di verifica, al fine di validare l'ontologia appena creata dei fari italiani, si è proceduto alla somministrazione del medesimo modello/questionario in maniera non automatizzata, attraverso il quale è stato possibile verificare la risposta del software rispetto a determinati quesiti riportati in figura. Il risultato è una risposta parzialmente automatizzata, mediante grafi o codici descrittivi, a questioni afferenti l'ambito storico, funzionale e compositivo del dominio per il quale si è creata l'ontologia, utili a creare delle reti inedite con ulteriori casi studio.

L'ontologia dei fari italiani, riesce in definitiva a mettere in relazione e a individuare gli aspetti comuni condivisi da differenti casi studio, generando mappe della conoscenza sempre nuove e comprensibili a tutte le tipologie di fruitori³⁴ (figg. 9-12).

Mediante l'ontologia dei fari italiani si vuole dunque riconnettere la totalità dei dati ricercati e schematizzati nell'atlante dei fari del Mediterraneo e nell'atlante semantico dei fari Italiani, al fine di rendere i dati fruibili a tutte le tipologie di pubblico.



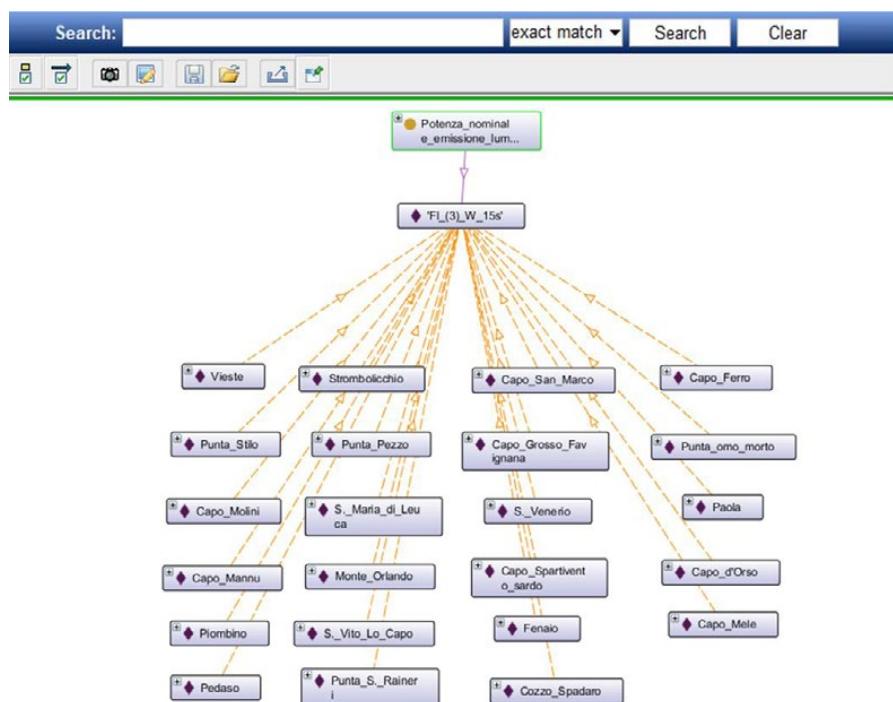


Fig. 11 Ontograph ontologico dei fari italiani: potenza nominale FI (3) W 15s.

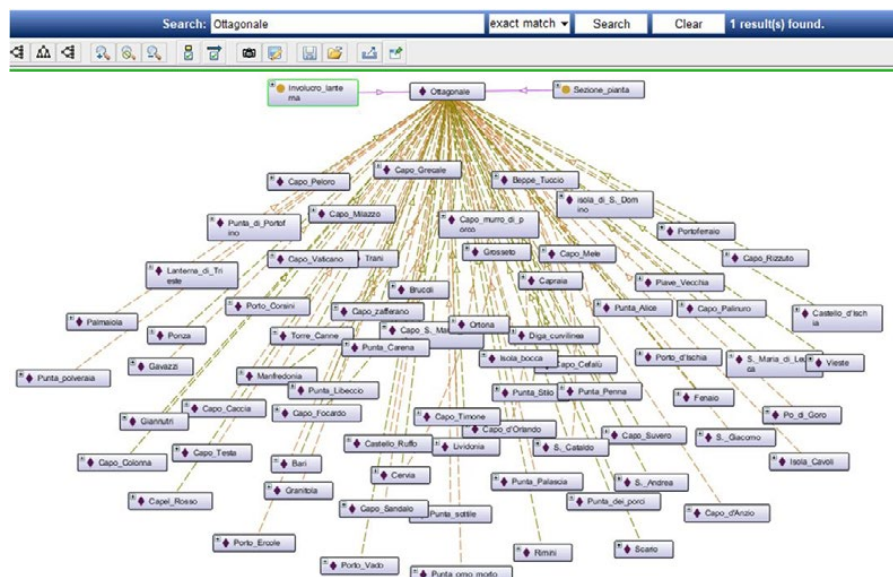


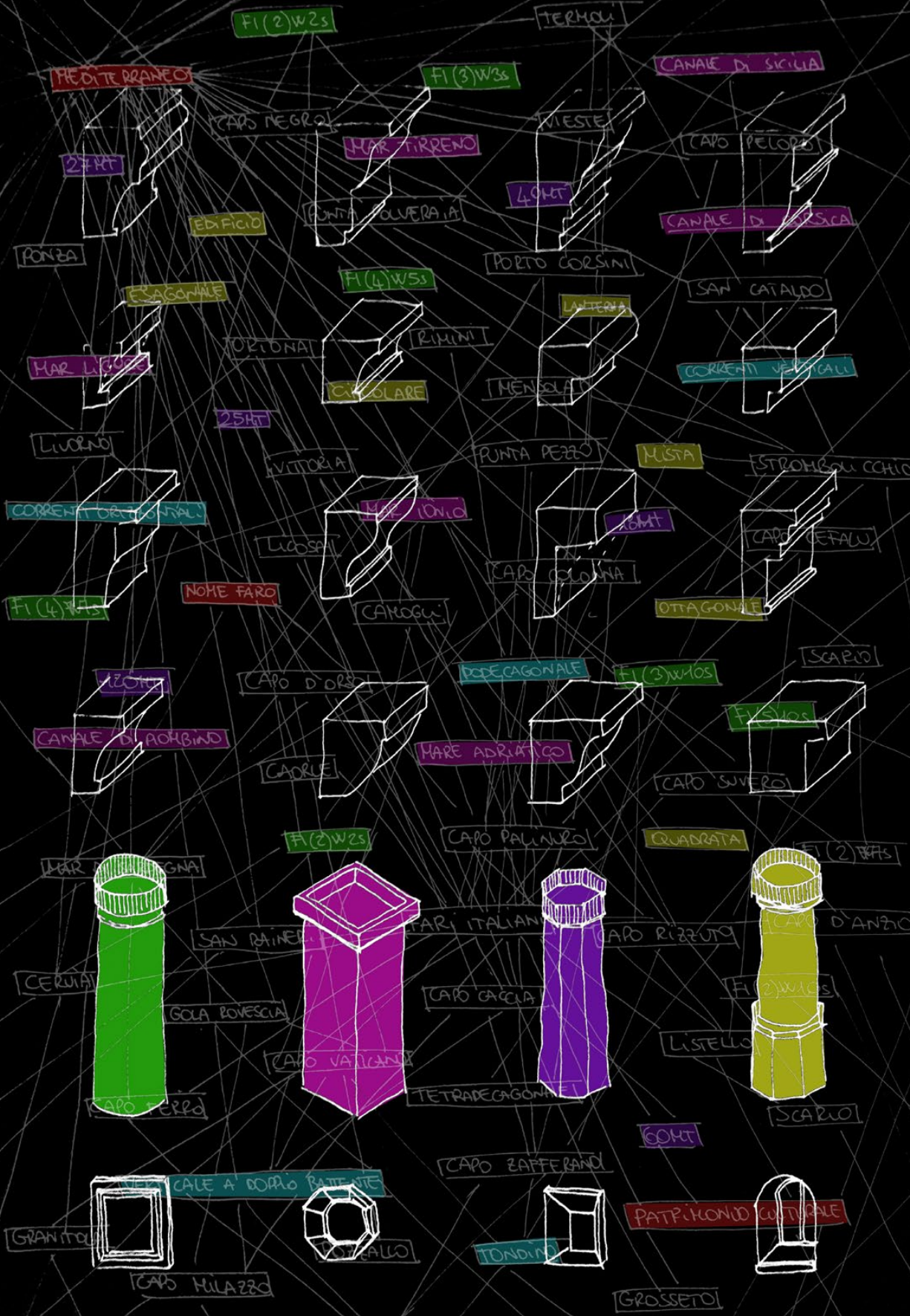
Fig. 12 Ontograph ontologico dei fari italiani: sezione ottagonale.

Note

1. CORCHO OSCAR, FERNANDEZ-LOPEZ MARIANO, GOMEZ-PEREZ ASUNCIÓN, *Ontological Engineering: what are ontologies and how can we build them?*, in "Semantic web services: Theory, tools and applications", 2007, pp. 44-70.
2. FELICETTI ACHIELLE, *Ontologie e beni culturali: CIDOC-CRM e web semantico in azione*, in "Giornata di Studi su CIDOC-CRM", ICCU, Roma, 2011.
3. GRASSO DAVIDE, *Ontologia dei beni culturali*, in "APhEX, Portale Italiano di Filosofia Analitica", n.4, giugno 2011, pp. 51-79.
4. La valorizzazione dei documenti di archivio dipende dall'interpretazione critica della documentazione, consentendo la proiezione in avanti del proprio passato verso un futuro presente, mediante tecniche di trasposizione digitale che possano sviluppare un rinnovato interesse nell'architettura, legata indissolubilmente alla storia. CULOTTA PASQUALE, SCIASCIA ANDREA, *Archivi dell'architettura dl XX secolo in Sicilia*, L'Epos, Palermo, 2008.
5. TONICELLO ANNA, *Gli archivi degli architetti: progetti per l'accesso e la condivisione*, in "Quaderni del CNBA", No. 13, 2014, pp. 41-47.
6. ALBISINNI PIERO, DE CARLO LAURA, *Architettura disegno modello. Verso un archivio digitale dell'opera di maestri del XX secolo*, Gangemi, Roma, 2011.
7. EMLER TOMMASO, *ICT per il Cultural Heritage. Rappresentare, Comunicare, Divulgare*, DEI, Roma, 2017.
8. ACIERNO MARTA, CURSI STEFANO, SIMEONE DAVIDE, FIORANI DONATELLA, *Architectural heritage knowledge modelling: An ontology-based framework for conservation process*, in "JOURNAL OF CULTURAL HERITAGE", 24, 2017, pp. 124-133.
9. CELANI GABRIELLA, MOARA SANTOS FRANCO JUAREZ, SPERLING DAVID, *Computer-Aided Architectural Design Futures. The next City - New Technologies and the Future of the Built Environment*, in "CAAD FUTURES 2015", 16th International Conference, São Paulo, Brazil, July 8-10, 2015.
10. NOY NATALYA FRIDMAN, HAFNER CAROLE, *The state of the art in ontology design: A survey and comparative review*, in "AI Magazine", vol. 18, 1997, pp. 53-74.
11. DRAP PIERRE, MERAD DJAMAL, HIJAZI BILAL, GAOUA AMIA, NAWAF MOHAMAD MOTASEM, SACCONI MAURO, CHEMISKY BERTRAND, SEINTURIER JULIEN, SOURISSEAU JEAN-CHRISTOPHE, GAMBIN TIMMY, CASTRO FILIPE, *Underwater photogrammetry and object modeling: a case study of xlen-dwreck in Malta*, in "SENSORS", 15, 2015, pp. 30351-30384.
12. BERNERS-LEE TIM, *Interpretation and Semantics on the Semantic Web*. World Wide Web Consortium Archive, 1998.
13. GRUBER TOM, *Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing.*, in "International Journal of Human-Computer Studies", Vol. 43, Issues 4-5, November 1995, pp. 907-928.
14. BORST WILLEM NICO, *Construction of Engineering Ontologies for Knowledge Sharing and Reuse*, Institute for Telematic and Information Technology, University of Twente, 1997.
15. GUARINO NICOLA, WELTY CHRISTOPHER, *Towards a methodology for ontology-based model engineering*, in BEZIVIN J., ERNST J. (a cura di), *Proceedings of the ECOOP-2000 Workshop on Model Engineering*, June, 2000.

16. SWARTOUT BILL, PATIL RAMESH, KNIGHT KEVIN, RUSS TOM, *Towards distributed use of large-scale ontologies*, in "Proceedings of Tenth Knowledge Acquisition for Knowledge-Based Systems Workshop (KAW)", 1996, pp. 138-148.
17. Acronimo di Resource Description Framework, è lo strumento di codifica da parte del W3C (World Wide Web Consortium) per l'utilizzo e lo scambio dei metadati, attraverso il quale garantire l'interoperabilità semantica.
18. Mark up, o "linguaggio di marcatura", ossia un insieme di regole atte a descrivere meccanismi di rappresentazione di un testo attraverso l'uso di convenzioni standard.
19. Parole quali "faro", "lanterna", "galleria" attraggono a sé degli evidenti problemi di omonimia terminologica, in funzione della lingua scelta. Si è dunque ritenuto necessario redigere un "glossario ontologico", attraverso il quale esplicitare il significato attribuito ad ogni termine semantico.
20. La semantica del linguaggio di programmazione può essere distinta in: semantica algebrica, semantica assiomatica, semantica operativa, semantica denotazionale e semantica della traduzione. Per il presente volume si è utilizzata una semantica assiomatica in quanto fondata su asserzioni indirizzate alla connessione dei dati secondo relazioni.
21. In questo senso, infatti, l'uso di terminologie specifiche rende possibile la connessione del sapere informatico rispetto a differenti ambienti digitali quale, ad esempio, la modellazione parametrica.
22. ROCHE CHRISTPHE, *Terminologie et ontologie*, in "Languages. La terminologie: nature et enjeux", anno 39, n. 157, 2005, pp. 48-62.
23. ROCHE CHRISTPHE, *Dire ne pas concevoir*, in "arXi", 2007, pp. 157-168.
24. TRICOT CHRISTOPHE, ROCHE CHRISTOPHE, *Cartographie Sémantique. Des connaissances à la carte*, in "Extraction et gestion des connaissances (EGC'2004), Actes des quatrièmes journées Extraction et Gestion des Connaissances", 2004, pp. 20-23.
25. L'uso di una corretta terminologia rende inoltre ampliabile la ricerca stessa verso una conoscenza "infinita". Questo perché le conoscenze ontologiche possono essere infinitamente estese, utilizzando regole di inferenza. Ad ogni classe, inoltre, possono appartenere delle "condizioni", ossia *asserted conditions*, "necessarie" o "necessarie e sufficienti" per appartenere a quella classe.
26. WANG WEI MIN, PFÖRTNER A., LINDOW KAI, HAYKA HAYGAZUN, STARK RAINER GEORG, *Using ontology to support scientific interdisciplinary collaboration within joint sustainability research projects*, in "GCSM, 11th Global Conference on Sustainable Manufacturing", 23-25 Settembre, Berlino, 2013, pp. 612-617.
27. La scelta della finalità di una determinata metodologia risulta essere uno step propedeutico alla creazione di qualsiasi tipo di azione.
28. NOY NATALYA FRIDMAN, MCGUINNESS DEBORAH, *Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology*, Stanford University, Stanford, 2001.
29. I dati raccolti per i fari Mediterranei risultano essere attinenti per lo più al rapporto tra il faro e il territorio circostante, elementi parzialmente completi rispetto alla semantica individuata per i fari italiani. Si è ritenuto dunque opportuno non riportare tale materiale, a favore della creazione di un'ontologia completa dei fari italiani.

30. La relazione in OWL è descritta in forma binaria, divisa nei seguenti gruppi: relazione uno a uno (1:1); relazione uno a molti e molti a uno (1:N o N:1); relazione molti a molti (M:N). CHUJAI PASAPITCH, KERDPRASOP NITTAYA, KERDPRASOP KITTISAK, *On Transforming the ER Model to Ontology Using Protégé OWL Tool*, in "International Journal of Computer Theory and Engineering", 2014, pp. 484-489.
31. GRUNINGER MICHAEL, FOX MARK S., *Methodology for the Design and Evaluation of Ontologies*, in "Proceedings of the workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing", IJCAI-95, Montreal, 1995.
32. In questo contesto, nel corso della conferenza internazionale sul Web Intelligence, si è ipotizzato uno strumento denominato CQChecker, a supporto della valutazione di un'ontologia in rapporto alle *competency questions*. Tale supporto, adatto alla comprensione di un testo scritto secondo linguaggio naturale, considera non solo le istanze ma anche la terminologia adottata. Nel corso di tale studio si è provato ad automatizzare i processi di risposta alle *competency questions* attraverso un CQChecker Module. BEZERRA CAMILLA, FREITAS FRED, SANTANA DE SILVA FILIPE, *Evaluating Ontologies with Competency Questions*, in "Web Intelligence (WI) and Intelligent Agent Technologies (IAT)", vol 3, 2013.
33. La fruizione delle mappe ontologiche da parte di utenti non vedenti potrebbe essere posta in essere mediante la trasposizione audio delle informazioni ontologiche gestibili da comandi di ricerca vocali. È da sottolineare, però, come il superamento delle barriere architettoniche da parte dei software ontologici non risulta essere ancora una realtà praticata, seppur esistano alcuni studi in merito. È il caso della tesi di laurea in ingegneria biomedica *Smart Hospital Assistant: studio ed implementazione di un assistente vocale ospedaliero tramite tecnologie semantiche*, nella quale sia il paziente che il medico possono fruire dell'assistente vocale per avere informazioni su base ontologica, da un lato, sui contatti da chiamare e, dall'altro, in merito alle cartelle cliniche.



9. Conclusioni

Il contenuto presentato pone le basi sullo studio e sull'analisi delle architetture costiere, verso la creazione di una metodologia replicabile e aperta a nuove e future sfide. La struttura del volume, seppur apparentemente troppo ampia e prolissa, rappresenta il percorso obbligato da intraprendere per una completa trattazione della storia, dei luoghi, dell'innovazione e dell'architettura costiera.

Possiamo affermare come la "semantica" si sia definita come unica e costante parola chiave della ricerca, fondamentale nell'ambito della catalogazione del patrimonio culturale e, dunque, del patrimonio costiero. La semantica, infatti, rende possibile l'aggregazione degli elementi di cui si compone qualsiasi insieme strutturato di oggetti¹, attraverso la quale donare un significato concreto ai dati geometrici dell'architettura². Come illustrato nel corso del volume, la semantica rappresenta inoltre la base attraverso la quale intraprendere un percorso di arricchimento nell'ambito della digitalizzazione tridimensionale, offrendo la possibile automatizzazione del processo di individuazione dell'elemento stesso³, precedentemente catalogato e "schedato". Tale tipologia di classificazione, unitamente alla classificazione terminologica degli elementi individuati, si è configurata dunque come la linea guida dell'intera metodologia parametrica e ontologica.

In ambito parametrico, ci si vuole innanzitutto soffermare sulla sempre più crescente richiesta d'innovazione nell'ambito dei processi parametrici applicati al patrimonio costruito, asset verso il quale la ricerca accademica indirizza numerose ricerche, ancora in itinere. È proprio la ricerca accademica a sollevare uno dei punti critici nell'ambito dell'HBIM: una metodologia ancora oggi svantaggiosa o inadatta nel rapporto tempo-utilità, pur configurandosi come un processo dall'elevato potenziale compositivo e tecnologico. In questo

contesto, è da sottolineare come l'uso delle tecnologie parametriche non debba attuarsi mediante un'eccessiva forzatura del sistema: la creazione di nuovi e inediti processi del software non devono infatti prevaricare l'originario l'utilizzo di quest'ultimo ma, al contrario, cercare di sfruttare le potenzialità ipotizzando *plug-in* o metodologie adattabili ai differenti software. Cercando di limitare l'eventuale distorsione legata all'utilizzo originario del software parametrico, si è dunque proceduto alla creazione di una nuova metodologia *top-down*, fondata sulla semplificazione e sulla semantizzazione architettonica del patrimonio costruito costiero.

Ponendo al centro del processo la semplificazione dell'architettura, e la relativa definizione di un nuovo stato di progetto *as is*, ci si è interrogati riguardo all'effettiva utilizzabilità della semplificazione geometrica indirizzata all'ottimizzazione dei processi. In questo contesto, la classificazione semantica si è configurata come una strategia adatta a garantire la semplificazione e l'ottimizzazione dei tempi di modellazione, attraverso la creazione di un database semantico capace di riunire tutte le caratteristiche architettoniche dei fari italiani. L'ottimizzazione stessa diviene possibile unicamente in virtù della semplificazione e interpretazione dei dati, azione fondamentale a garantire la migrazione della consistenza architettonica reale nel mondo virtuale⁵. La conclusione di tale processo parametrico trae dunque la sua forza nell'investigazione di nuove metodologie applicate al patrimonio storico caratterizzato, attraverso le quali riscoprire le geometrie, la storia e le forme.

Ad affiancare il mondo parametrico rintracciamo le scienze ontologiche, un ambito dal profondo potenziale e significato umanistico, capace di unire i dati in una fitta connessione interoperabile, attraverso la definizione di un dominio, di classi, di sottoclassi e di relazioni. La creazione ontologica rende possibile la connessione, mediante la scomposizione e la "semplificazione semantica", azione già percorsa in ambito parametrico, dei diversi elementi dell'edificio in esame, creando non solo un sistema di relazioni intelligente e interattivo, ma instaurando inoltre un processo di profonda conoscenza dell'edificio stesso. Tale processo, oltre a configurarsi di per sé come una metodologia dall'alto valore, diviene altamente validabile se associato alla modellazione parametrica, migliorando la conoscenza e la gestione dei dati mediante le *competency questions*, utili alla comprensione delle connessioni tra lo specifico caso studio, la classificazione semantica e le ulteriori architetture presenti nel dominio prescelto.

Il processo ipotizzato si configura dunque come una metodologia valida e riproducibile nell'ambito del patrimonio costruito semanticamente caratterizzato – architetture scomponibili per parti ben definite e "caratterizzate" – da applicare nell'ambito della conoscenza, della valorizzazione, della conservazione e della disseminazione dei dati e delle architetture costiere. È nell'ambito di possibili nuove fruizioni che la metodologia s'indirizza verso applicativi di tipo turistico, attraverso il quale garantire tutti gli obiettivi proposti dalle linee guida di sviluppo culturale fondato sull'*edutainment*⁶.

Note

1. SCANDURRA SIMONA, *La modellazione informativa del patrimonio architettonico. Sperimentazioni e processi Cloud-TO-HBIM*, Aracne editore, Roma, 2020.
2. MANUEL ADELIN, M'DARHRI ANAS ALAOU, ABERGEL VIOLETTE, ROZAR FABIEN, DE LUCA LIVIO, *A semi-automatic 2D-3D annotation framework for the geometric analysis of heritage artefacts*, in "3rd Digital Heritage International Congress (DigitalHERITAGE) held jointly with 24th International Conference on Virtual Systems & Multimedia (VSMM 2018)", Oct 2018, San Francisco, United States, 2019.
3. CROCE VALERIA, CAROTI GABRIELLA, DE LUCA LIVIO, PIEMONTE ANDREA, VÉRON PHILIPPE, BEVILACQUA MARCO GIORGIO, *Tra Intelligenza artificiale e H-BIM per la descrizione semantica dei beni culturali: la Certosa di Pisa*, in "CONNETTERE, 42° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione", 2021, pp. 608-625.
4. McLuhan Marshall, *Gli strumenti per comunicare*, Il Saggiatore, Milano, 1964.
5. ATTENNI MARTINA, *L'architettura romana al tempo del BIM*, in EMPLER TOMMASO, FUSINETTI ALESSANDRA (a cura di), *3D Modeling & Bim, modelli e soluzioni per la digitalizzazione*, DEI, Roma, 2019.

GLOSSARIO ONTOLOGICO

Altezza sul livello del mare

Si considera la misurazione standard in metri dell'elevazione di un luogo o di un'architettura, in rapporto alla media storica del livello del mare. È determinato attraverso Sistema di Posizionamento Globale (GPS), altimetri, aerofotogrammetria e agrimensura.

Area Mediterranea

È un'area geografica sottendente gli stati che si affacciano sul Mar Mediterraneo, ossia: Albania, Algeria, Bosnia ed Erzegovina, Cipro, Croazia, Egitto, Francia, Gibilterra, Grecia, Israele, Italia, Libano, Libia, Malta, Marocco, Monaco, Montenegro, Palestina (Striscia di Gaza), Regno Unito (Akrotiri e Dhekelia), Siria, Slovenia, Spagna, Tunisia e Turchia.

Balastra galleria

Per balastra o parapetto s'intende l'elemento di protezione atto a evitare la caduta nel vuoto di persone o oggetti in ogni luogo in cui si presentino dislivelli, in questo caso nella galleria della torre.

Bucatura

Apertura realizzata in una superficie a scopo aero-illuminante.

Caratteristiche dell'emissione luminosa

Una differente propagazione della fonte luminosa permette di distinguere un segnalamento luminoso da un altro posto nelle vicinanze. Le caratteristiche dell'emissione si suddividono in: colore, tipo, periodo, eclissi e fase. Il colore può essere: bianco, rosso, verde, giallo (abbreviati in W, R, G, Y). Il tipo si suddivide in

luce fissa (F), a lampi con eclisse maggiore dei tempi di luce (FI), intermittente con eclisse minore dei tempi di luce (Oc), scintillante con 50-80 lampi al minuto (Q), scintillante rapido con più di 80 lampi al minuto (VQ), isofase con tempi di eclissi uguali ai tempi di luce (Iso) e fissa a lampi continui (F FI). Il periodo è la durata del ciclo completo di luci ed eclissi; l'eclissi è l'intervallo di oscurità tra una luce e l'altra; la fase è la durata di luce ed eclissi.

Edificio

Facente parte del complesso architettonico del faro, l'edificio costituisce l'apparato architettonico che si appoggia al suolo, quasi sempre sostegno della torre e, dunque, della lanterna. Un tempo questo volume architettonico, solitamente composto da uno a tre piani, ospitava stabilmente la vita del farista, ovvero la persona addetta al funzionamento del faro.

Faro

Apparecchio di segnalazione luminosa, posto su apposite costruzioni in località particolari (lungo le coste o su scogli affioranti, all'ingresso di porti, in prossimità di aeroporti ecc.) per guidare la navigazione di notte o in condizioni di scarsa visibilità.

Galleria

La galleria è la parte esterna e scoperta della lanterna, presente in moltissimi fari, al fine di mantenere la struttura esterna della lanterna.

Lanterna

Facente parte del complesso architettonico del faro, la lanterna è la struttura a vetri che contiene e protegge la lampada e l'ottica. Di forma generalmente circolare, ma anche poligonale, la lanterna è realizzata con particolari accorgimenti tecnici per essere più trasparente possibile al segnale luminoso emesso dall'ottica, e con cristalli sufficientemente robusti per resistere alla forza del vento e alla furia del mare, oltre che ai volatili attratti dalla luce.

Modanatura

È una fascia sagomata secondo un profilo geometrico, continuo per tutta la lunghezza, posto sul volume architettonico con la funzione di sottolineare la suddivisione in parti dell'oggetto tramite decorazione. A seconda del profilo, le modanature sono denominate con nomenclature specifiche e possono essere suddivise in tre gruppi fondamentali: profilo rettilineo; profilo curvilineo semplice; profilo curvilineo complesso.

Livello

Per livello s'intende il numero di elevazioni di un fabbricato, in questo volume inteso unicamente per l'elemento "edificio".

Patrimonio culturale

Per patrimonio culturale s'intende l'insieme di beni materiali e immateriali, tangibili e intangibili, artificiali e naturali che costituiscono ricchezza per un luogo e per la relativa popolazione, aventi particolare interesse artistico, storico, archivistico. Comprende le opere d'arte, i monumenti, il paesaggio, ma anche l'insieme delle tradizioni, degli usi e dei costumi di un popolo.

Portata nominale della sorgente luminosa

La portata dei fari può essere distinta in portata nominale, geografica e luminosa. La portata geografica dipende direttamente dall'elevazione del faro e da quella dell'osservatore, tirando in ballo la curvatura della Terra. La portata luminosa dipende non solo dalla potenza della lampada ma anche delle condizioni di visibilità meteorologica. La portata nominale, invece, è indipendente dalle condizioni atmosferiche ed è definita come la portata luminosa che il faro avrebbe in condizioni standard, con una visibilità meteorologica di almeno 10 miglia. La portata nominale di un faro si attesta dalle 10 miglia alle 40 miglia.

Rastremazione

Nel linguaggio architettonico, la riduzione di diametro che in taluni stili subisce la colonna passando dalla sezione di base (imoscapo) alla sezione di sommità (sommoscapo), o anche analogo andamento più complesso (entasi). Più genericamente, la riduzione delle dimensioni trasversali che subiscono le strutture portanti ad andamento verticale (piedritti, pilastri, muri) nel passaggio dall'estremità inferiore a quella superiore: tale variazione è di norma commisurata alla diversa entità delle sollecitazioni nelle diverse parti della struttura, e costituisce spesso un valido mezzo di espressione formale.

Sottogalleria (mensola)

Per sottogalleria s'intende l'unione tra la mensola e il sottomensola, dove la mensola è costituita in questo caso dalla galleria della torre del faro, il sottomensola è invece costituito dalla parte decorativa posta al di sotto e a "sostegno" della mensola. Tale elemento, nel caso dei fari, può essere inteso come elemento unico o come raccordo tra due differenti modanature.

Torre

Facente parte del complesso architettonico del faro, la torre rappresenta il sostegno verticale della lanterna – spesso posta sulla copertura dell'edificio/alloggio del farista e meno frequentemente isolata da quest'ultimo – è capace di ergere la fonte luminosa a differenti quote sul livello del mare, in rapporto alle esigenze di avvistamento notturne. Possiede, inoltre, una funzione di avvistamento diurna, grazie alla sua chiara e immediata riconoscibilità nel contesto territoriale.

BIBLIOGRAFIA

- ACIERNO MARTA, CURSI STEFANO, SIMEONE DAVIDE, FIORANI DONATELLA, *Architectural heritage knowledge modelling: An ontology-based framework for conservation process*, in "JOURNAL OF CULTURAL HERITAGE", 24, 2017, pp. 124-133.
- ALBISINNI PIERO, DE CARLO LAURA, *Architettura disegno modello. Verso un archivio digitale dell'opera di maestri del XX secolo*, Gangemi, Roma, 2011.
- AMORUSO GIUSEPPE, BARTOLOMEI CRISTINA, *L'architettura dei fari italiani. The architecture of Italian lighthouses. Vol.4: Sicilia*, Alinea, Firenze, 2010.
- AMORUSO GIUSEPPE, *Forma, geometria e architettura nell'illustrazione dei fari*, in BARTOLOMEI CRISTINA (a cura di), *L'architettura dei fari italiani. Vol. 1: Mar Adriatico e Mar Ionio. The architecture of Italian lighthouses. Vol. 1: Adriatic Sea and Ionian Sea*, Alinea, Firenze, 2010, pp. 79-96.
- ANDREATTA MARCO, *La forma delle cose. L'alfabeto della geometria*, Il Mulino, Bologna, 2019.
- APOLLONIO, F. I., BASILISSI, V., CALLIERI, M., DELLEPIANE, M., GAIANI, M., PONCHIO, F., RIZZO, F., RUBINO, A. R., SCOPIGNO, R., & SOBRA, G., (2018). A 3D-CENTERED INFORMATION SYSTEM FOR THE DOCUMENTATION OF A COMPLEX RESTORATION INTERVENTION. JOURNAL OF CULTURAL HERITAGE, VOL. 29, PP. 89-99, 2018.
- ARISTOTELE, *Metafisica*, in REALE GIUSEPPE (A cura di), *Metafisica*, Bompiani, Milano, 2014.
- ATTENNI MARTINA, *L'architettura romana al tempo del BIM*, in EMPLER TOMMASO, FUSINETTI ALESSANDRA (a cura di), *3D Modeling & Bim, modelli e soluzioni per la digitalizzazione*, DEI, Roma, 2019.
- BAMBARÉN SERGIO, *Il guardiano del faro*, Sperling & Kupfer, Milano, 2002.
- BARAITI CESARE, *La simmetria dinamica*. Milano: Tamburini 1952.
- BARAZZETTI LUIGI, BANFI FABRIZIO, BRUMANA RAFFAELLA, PREVITALI MATTIA, *Creation of parametric BIM objects from point clouds using NURBS*, in "The Photogrammetric Record", 30 (152), 2015, pp. 339-362.

- BARBUT NICOLA, *Le nuove entità culturali digitali tra Intangible Cultural Heritage e Patrimonio Culturale Immaterial*, in "The Creative Network", Conferenza GARR, Firenze, 30 novembre-02 dicembre, 2015.
- BARBUTI NICOLA, DE FELICE GIULIANO, DI ZANNI ANNALISA, RUSSO PAOLO, VALENTINI ALTHEO, *Creating Digital Culture by digitizing Cultural Heritage: the Crowddreaming living lab method*, in "Umanistica Digitale", 5(9), 2020, pp. 19-34.
- BARLOZZINI PIERO, TOMASSI FRANCESCA, *Modello fisico, grafico, digitale*, Aracne editrice, Roma, 2014.
- BAROZZI GIACOMO, *Li cinque ordini di architettura*, Bietti, Milano, 2014.
- BARTOLOMEI CRISTINA, *L'architettura dei fari italiani. The architecture of Italian lighthouses. Vol. 1: Mar Adriatico e Mar Ionio*, Alinea, Firenze, 2015.
- BARTOLOMEI CRISTINA, AMORUSO GIUSEPPE, *L'architettura dei fari italiani. The architecture of Italian lighthouses. Vol. 2: Mar Ligure e Mar Tirreno*, Alinea, Firenze, 2006.
- BAUMAN ZYGMUNT, *Modernità liquida*, 22° edizione, Laterza & figli, Bari, 2011.
- BECCATTINI GIACOMO, *Modelli locali di sviluppo*, Il Mulino, Bologna, 1989.
- BERNERS-LEE TIM, *Interpretation and Semantics on the Semantic Web*. World Wide Web Consortium Archive, 1998.
- BEZERRA CAMILLA, FREITAS FRED, SANTANA DE SILVA FILIPE, *Evaluating Ontologies with Competency Questions*, in „Web Intelligence (WI) and Intelligent Agent Technologies (IAT)“, vol 3, 2013.
- BIANCHINI CARLO, INGLESE CARLO, IPPOLITO ALFONSO, *Il contributo della Rappresentazione nel Building Information Modeling (BIM) per la gestione del costruito. The role of BIM for representation and managing of built and historic artefacts*, in "DISEGNARECON", vol. 9, n. 16, 2016, pp. 10.1 - 10.9.
- BORST WILLEM NICO, *CONSTRUCTION OF ENGINEERING ONTOLOGIES FOR KNOWLEDGE SHARING AND REUSE*, Institute for Telematic and Information Technology, University of Twente, 1997.
- BOSCOLO GIANNI, *Breve storia dei fari: da Omero a Internet*, Ugo Mursia editore, Milano, 2014.
- BOZZATO SIMONE, BANDIERA GIACOMO, *Paesaggi costieri della città del Mediterraneo, narrazioni di pietra e d'acqua*, Università La Sapienza, Roma, 2019.
- BRANCHESI LIDA (a cura di), *Il patrimonio culturale e la sua pedagogia per l'Europa*, Armando editore, Roma, 2006.
- BRAUDEL FERNAND, *Il Mediterraneo: lo spazio, la storia, gli uomini, le tradizioni*, Bompiani, Milano, 2017.
- BROTTON JERRY, *La storia del mondo in dodici mappe*, Feltrinelli, Milano, 2013.
- BRUSANTIN MANLIO, *Storia delle linee*, Einaudi, Torino, 1993.
- BRUSAPORCI STEFANO, CENTOFANTI MARIO (a cura di), *Modelli complessi per il patrimonio architettonico-urbano*, Gangemi Editore, Roma, 2008.
- BRUSAPORCI STEFANO, *Ontological Issues in Architectural Digital Heritage Interdisciplinary world*, in "International Journal of Computational Methods in Heritage Science", vol. 1, issue 2, Luglio-Dicembre 2017, pp. 100-116.
- BRUSAPORCI STEFANO, MAIEZZA PAMELA, CENTOFANTI MARIO, TATA ALESSANDRA, RUGGIERI ANDREA, *Per una riflessione teorico-metodologica sulla procedura HBIM di modellazione infor-*

- mativa dei beni architettonici*, in "RIFLESSIONI, l'arte del disegno/il disegno dell'arte, Unione Italiana Disegno, 41° Convegno internazionale dei docenti delle discipline della rappresentazione", Perugia, 19-21 settembre 2019, pp. 449-456.
- CAMPIONE GIUSEPPE, *Iconologie mediterranee. Il Mediterraneo tra relazioni e chiusure*, EUT Edizioni Università di Trieste, Trieste, 2006.
- CAPUANO NICOLA, *Ontologie OWL: Teoria e Pratica (seconda parte)*, in "Computer Programming", n. 149, 2005, pp. 41-46.
- CARDONE VITO, *Modelli grafici e modelli informatici*, in DELL'AQUILA MARIELLA, DE ROSA AGOSTINO (a cura di), *Proiezione ed Immagine: la logica della rappresentazione*, vol. 1, Arte Tipografica, Napoli, 2020.
- CARNEVALI LAURA, LANFRANCHI FABIO, RUSSO MICHELE, *Built Information Modeling for the 3D Reconstruction of Moderne Railway Stations*, in "Heritage an Open Access Journal by MDPI", 2019, pp. 2298-2310.
- CARPO MARIO, *La maschera e il modello. Teoria architettonica nell'Extraordinario di Sebastiano Serlio*, Jaca book, Milano, 1993.
- CARTA MAURIZIO, *Dal waterfront alla città liquida. Patologie relazionali e nuovi orizzonti del progetto*, in DE LUCA GIUSEPPE, LINGUA VALERIA (a cura di), *Arcipelago Mediterraneo. Strategie di riqualificazione e sviluppo nelle città-porto delle isole*, Alinea editrice, Firenze, 2012.
- CAVINA URBANO, *La telegrafia elettrica e le origini del Morse (uffici e linee nell'Italia reunificata)*, Sandit Libri, Albino, 2008.
- CELANI GABRIELLA, MOARA SANTOS FRANCO JUAREZ, SPERLING DAVID, *Computer-Aided Architectural Design Futures. The next City - New Technologies and the Future of the Built Environment*, in "CAAD FUTURES 2015", 16th International Conference, São Paulo, Brazil, July 8-10, 2015.
- CENTOFANTI MARIO, BRUSAPORCI STEFANO, MAIEZZA PAMELA, *Tra Historical BIM ed HERITAGE BIM: Bulding in formation modeling per la documentazione dei beni architettonici*. In PARRINELLO SANDRO, BENSANA DANIELA (a cura di), *ReUso2016: Contributi per la documentazione, conservazione e recupero del patrimonio architettonico e per la tutela paesaggistica*, Edifir, Firenze, 2016.
- CERRETA MARIA, DE TORO PASQUALE, FERRETTI FRANCESCA, *Valutazioni e processi decisionali per una portualità turistica sostenibile nel Mediterraneo*, in "TRIA (Territorio della Ricerca su Insediamenti e Ambiente), Rivista internazionale semestrale di cultura urbanistica", vol. 6, n. 2, 2013, pp. 239-252.
- CESARÒ ERNESTO, *Opere scelte*, Cremonese, Roma, 1964.
- CHUJAI PASAPITCH, KERDPRASOP NITTAYA, KERDPRASOP KITTISAK, *On Transforming the ER Model to Ontology Using Protégé OWL Tool*, in "International Journal of Computer Theory and Engineering", 2014, pp. 484-489.
- CORCHO OSCAR, FERNANDEZ-LOPEZ MARIANO, GOMEZ-PEREZ ASUNCIÓN, *Ontological Engineering: what are ontologies and how can we build them?*, in "Semantic web services: Theory, tools and applications", 2007, pp. 44-70.
- CRESTI SIMONA, *Un dubbio "scientifico": modellare o modellizzare?*. Accademia della Crusca, 2016.

- CROCE VALERIA, CAROTI GABRIELLA, DE LUCA LIVIO, PIEMONTE ANDREA, VÉRON PHILIPPE, BEVI-LACQUA MARCO GIORGIO, *Tra Intelligenza artificiale e H-BIM per la descrizione semantica dei beni culturali: la Certosa di Pisa*, in "CONNETTERE, 42° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione", 2021, pp. 608-625.
- CULOTTA PASQUALE, SCIASCIA ANDREA, *Archivi dell'architettura dl XX secolo in Sicilia*, L'Epos, Palermo, 2008.
- CURTI GABRIELLA, *L'Album dei fari d'Italia*, in FATTA FRANCESCA (a cura di), *Luci del Mediterraneo. I fari di Calabria e Sicilia*, Rubbettino, Reggio Calabria, 2002.
- DE FUSCO RENATO, *Utilità storiografica di una dicotomia linguistica*, in "Elezione della critica d'arte contemporanea", n. 20, edizioni Il Centro, Napoli, 1971.
- DE SIMONE MARGHERITA, *Matrici e permanenze di culture egemoni nell'architettura del bacino del Mediterraneo*, Dario Flaccovio editore, Palermo, 1986.
- DEL GIUDICE MICHELE, *L'impostazione di un modello BIM per un edificio esistente*, in OSELLO ANNA (a cura di), *Building Information Modeling - Geographic Information System - Augmented Reality per il Facility Managment*, Dario Flaccovio Editore, Palermo, 2015.
- DEL GIUDICE MICHELE, *La gestione della nuvola di punti con il BIM*, in OSELLO ANNA (a cura di), *Building Information Modeling - Geographic Information System - Augmented Reality per il Facility Managment*, Dario Flaccovio Editore, Palermo, 2015.
- DI LUGGO ANTONELLA, SCANDURRA SIMONA, *La traduzione dal modello discreto al modello parametrico per la conoscenza del patrimonio arcitettonico nei sistemi HBIM*, in "DISEGNARECON", vol. 9, n. 16, 2016, pp. 11.1-11.8.
- DOCCI MARIO, CHIAVONI EMANUELA, *Saper leggere l'architettura*, Laterza, Bari, 2017.
- DOCCI MARIO, MAESTRI DIEGO, *Manuale di rilevamento urbano*, Laterza, Bari, 2009.
- DOCCI, MARIO, *Disegno e analisi grafica*, Laterza, Bari, 2009.
- DOCCI MARIO, MIRRI FRANCO, *La redazione grafica del progetto architettonico. Repertorio di disegni esecutivi per l'edilizia*, Carocci, Roma, 1989.
- DRAP PIERRE, MERAD DJAMAL, HIJAZI BILAL, GAOUA AMIA, NAWAF MOHAMAD MOTASEM, SACCONI MAURO, CHEMISKY BERTRAND, SEINTURIER JULIEN, SOURISSEAU JEAN-CHRISTOPHE, GAMBIN TIMMY, CASTRO FILIPE, *Underwater photogrammetry and object modeling: a case study of xlendwreck in Malta*, in "SENSORS", 15, 2015, pp. 30351-30384.
- EASTMAN CHARLES, FISHER DAVID, LAFUE GILLES, LIVIDINI JOSEPH, STOKER DOUGLAS, YESSIOS CHRISTOS, *An Outline of the Building Description System. Institute of physical planning, research report*, n. 50 Institute of Physical Planning, 1974.
- EASTMAN CHARLES, TEICHOLZ PAUL, SACKS RAFAEL, LISTON KATHLEEN, *Bim Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*, John Wiley and Sons Editore, Hoboken, 2008.
- EMPLER TOMMASO, *ICT per il Cultural Heritage. Rappresentare, Comunicare, Divulgare*, DEI, Roma, 2017.
- ENGELBART DOUGLAS, *Augmenting human intellect: a conceptual framework*, Stanford Research Institute, Stanford, 1962.
- ESCHILLO, *Oresteia: Agamennone-Coefore-Eumenidi*, 14° edizione, Garzanti editore, Milano, 2014.

- FABRE THIERRY, *La Méditerranée française. Paris: Maisonneuve et Larose*, in REBOULLET ANDRÉ (a cura di), *Documents pour l'histoire du français langue étrangère ou seconde*, 2000, pp. 176-177.
- FAGLIA VITTORIO, *Il restauro di Torre Sabea a Gallipoli*, Istituto Italoiano dei castelli, Roma, 1978.
- FAGLIA VITTORIO, *La difesa anticorsara in Italia dal XVI secolo: le torri costiere, gli edifici rurali fortificati*, Istituto Italoiano dei castelli, Roma, 1974.
- FARAONE FRANCESCO, *Tecnica e funzionamento dell'ottica*, in Bartolomei Cristina (a cura di), *L'architettura dei fari italiani. The architecture of Italian lighthouses. Vol. 1: Mar Adriatico e Mar Ionio*, Alinea, Firenze, 2005.
- FATTA FRANCESCA, *Luci del Mediterraneo. I fari di Calabria e Sicilia*, Rubbettino, Reggio Calabria, 2002.
- FATTA, FRANCESCA, *La geometria. Arte, Scienza, Tempi, Luoghi*, Jason editore, Reggio Calabria, 2018.
- FATTA FRANCESCA, MARRAFFA ANDREA, PATANÈ CLAUDIO, *Geometrie dello sguardo nel paesaggio calabrese*, in NAVARRO PALAZÓN JULIO, GARCÍA-PULIDO LUIS JOSÉ (a cura di), *FORTMED2020, Defensive Architecture of the Mediterranean, Vol XI*, Editorial Universitat Politècnica de València, Valencia, 2020.
- FELICETTI ACHIELLE, *Ontologie e beni culturali: CIDOC-CRM e web semantico in azione*, in "Giornata di Studi su CIDOC-CRM", ICCU, Roma, 2011.
- FONATTI FRANCO, MARTINUZ MAURO, *Principi elementari della forma*, LetteraVentidue, Siracusa, 2021.
- FORNASARI FABIO, *Nulla è senza segno. La mappa e la rappresentazione del mondo: due casi studio*, in "Sociologia della comunicazione", 44/2012, pp. 25-48.
- FOUCAULT MICHEL, *Eterotopie*, Feltrinelli, Milano, 1998.
- GADOMSKI ADAM MARIA, *TOGA: A methodological and Conceptual Pattern for Modeling Abstract Intelligent Agent*, in "First Interational Round-Table on Abstract Intelligent Agent, vol. 1", Rome, 1993.
- GAIANI MARCO, *Del disegno e del modello: rappresentazioni per il disegno industriale*, in MIGLIARI RICCARDO (a cura di). *Disegno come Modello*, Roma, edizioni Kappa, 2004.
- GALIZIA MARIA TERESA, SANTAGATI CETTINA, *Architettura e Geometria: dalla forma architettonica alla costruzione geometrica*, in "DISEGNARECON", 2012, pp. 135-144.
- GAMBARDELLA CARMINE, *Identità e contaminazione*, in GIOVANNINI MASSIMO (a cura di), *Spazi e culture del Mediterraneo.*, edizioni kappa, Bologna, 2005.
- GARAGNANI SIMONE, *Scatole cinesi - Modelli digitali d'architettura tra CAAD e BIM*, Kindle, Amazon Kindle, 2012.
- GARAGNANI SIMONE, CINTI LUCIANI STEFANO, *The parametric modeling architecture: Auto-desk Revit's B.I.M. technology*, in "DISEGNARECON", vol. 4, n.7, 2011, pp. 20-29.
- GARRONI EMILIO, *Immagine Linguaggio Figura: Osservazioni e ipotesi*, Laterza, Bari, 2005.
- GIBSON JAMES, *The perception of the visual world*, Riverside press, Cambridge, 1950.
- GINOUVÈS RENÉ, MARTIN ROLAND, *Dictionnaire méthodique de l'architecture grecque et romaine*, École Française de Rome, Roma, 1985.
- GIORA ENRICO, *Texture appearance e percezione degli oggetti visivi*, in "Sistemi intelligenti, XXIII", n. 3, 2011, pp. 469-484.

- GIORGETTI DARIO, *Il faro di Alessandria fra simbologia e realtà. Dall'epigramma di Posidippo ai mosaici di Gasr Elbia*, in "Atti della Accademia nazionale dei Lincei. Classe di scienze morali, storiche e filologiche", Roma, 1977, pp. 245-261.
- GIORGINI BRUNO, *Spazio*, CLUEB, BOLOGNA, 1999.
- GIOVANNINI MASSIMO (a cura di), *Spazi e culture del Mediterraneo*, edizioni kappa, Bologna, 2005.
- GIRBARCIA FLORIN, BURNARIU SILVIU, ORMAN ALEX PETRE, POSTELNICU CRISTIAN, *Virtual restoration of deteriorated religious heritage objects using augmented reality technologies*, in "EUROPEAN JOURNAL OF SCIENCE AND THEOLOGY", Ecozone, Romania, 2013.
- GOETHE JOHANN WOLFGANG, *La teoria dei colori*, Il Saggiatore, Milano, 2014.
- GOVERNA FRANCESCA, *Il milieu urbano. L'identità territoriale nei processi di sviluppo*, Codice edizioni, Torino, 1999.
- GRASSO DAVIDE, *Ontologia dei beni culturali*, in "APhEX, Portale Italiano di Filosofia Analitica", n.4, giugno 2011, pp. 51-79.
- GRUBER TOM, *Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing.*, in "International Journal of Human-Computer Studies", Vol. 43, Issues 4-5, November 1995, pp. 907-928.
- GRUNINGER MICHAEL, FOX MARK S., *The Roole of Competency Questions in Enterprise Engineering*, in "IFIP WG5.7 Workshop on Benchmarking - Theory and Practice", Trondheim, Norway, 2005.
- GRUNINGER MICHAEL, FOX MARK S., *Methodology for the Design and Evaluation of Ontologies*, in "Proceedings of the workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing", IJCAI-95, Montreal, 1995.
- GUARINO NICOLA, WELTY CHRISTOPHER, *Towards a methodology for ontology-based model engineering*, in BEZIVIN J., ERNST J. (a cura di), *Proceedings of the ECOOP-2000 Workshop on Model Engineering*, June, 2000.
- GUIGUENO VINCENT, *Phares*, MUSÉE NATIONAL DE LA MARIN, PARIGI, 2012.
- GUILLERME JACQUES, *Figurazione grafica in architettura*, FrancoAngeli, Milano, 1981.
- HAVEMANN SVEN, SETTGAST VOLKER, BERNDT RENÉ, EIDE ØYVIND, FELLNER WOLF-DIETRICH, *The Arrigo Showcase Reloaded - towards a sustainable link between 3D and semantics*, in "VAST: International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Intelligent Cultural Heritage", 2(1), 2008, pp. 1-13.
- HEGEL GEORG WILHELM FRIEDRICH, *Lezioni sulla filosofia della storia, vol. I*, La Nuova Italia, Firenze, 1998.
- HOGARTH WILLIAM, *L'analisi della bellezza*, Aesthetica, Milano, 2001.
- HUGO VICTOR, *Les orientales. Les feuilles d'automne*, LGF, Vanves, 2000.
- HUIZINGA JOHAN, *The waning of the Middle Ages*, Edward Arnold & Co., Londra, 1924.
- HUSSERL EDMUND, *Idee per una fenomenologia pura e per una filosofia fenomenologica*, Einaudi, Torino, 1965.
- IADANZA ERNESTO, MAIETTI FEDERICA, ZIRI ANNA ELISABETTA, DI GIULIO ROBERTO, MEDICI MARCO, FERRARI FEDERICO, BONSMAS PETER, TURILLAZZI BEATRICE, *Le tecnologie del web semantico incontrano il BIM per l'accesso e la comprensione dei beni culturali*, in "Int. Arco. Fotogramma. Inf. Spaziale Remote Sens. Sci.", XLII-2/W9, 2019, pp. 381-388.
- JACOB MICHAEL, *Paesaggio e letteratura*, Olschki, Firenze, 2005.

- JULESZ BELA, *Texture and visual perception*, in "Sci Amer", 212, 1965, pp. 38-48.
- KANDINSKY VASILIJ VASIL'EVICH, *Punto, linea, superficie. Contributo all'analisi degli elementi pittorici*, Adelphi, Milano, 2021.
- KANIZSA GAETANO, *Grammatica del vedere. Saggi su percezione e Gestalt*, Il Mulino, Bologna, 1997.
- KENSEK KAREN, *Integration of Environmental Sensors with BIM: case studies using Arduino, Dynamo and Revit API*, in "Informes de la Construcción", 66(536), 2014.
- KHANNA PARAG, *Connectography: Le mappe del futuro ordine mondiale*, Fazi, Roma, 2016.
- KLEE PAUL, *Teoria della forma e della figurazione. Vol. 1: il pensiero immaginale*, Mimesis, Sesto San Giovanni, 2009.
- LE CORBUSIER, *Verso un'architettura*, Longanesi, Milano, 2003.
- LEIBNIZ GOTTFRIED WILHELM, *Monadologia*, Bompiani, Milano, 2008.
- LENTZ JOHN, *A New Approach to Small-Computer Programming and Control*, in "IBM Journal of Research and Development", Vol.2, No.1, 2018, p.72.
- LEONARDI CATTOLICA PASQUALE, LURIA ARISTIDE, *Fari e segnali marittimi*, Stabilimento Doyen di Luigi Simondetti, Torino, 1926.
- LEONI MARINA, *Quatremère de Quincy e l'«Encyclopédie méthodique». La storia dell'architettura tra erudizione e teoria*, FrancoAngeli, Milano, 2018.
- LUPO ELEONORA, *Design e beni culturali: creare sistemi di valore per connettere cultura, luoghi, conoscenza, comunità, impresa*, in "Revista internacional de investigación y desarrollo en Diseño", vol. 8, año V, 2013, pp. 30-39.
- MAGNANI ELISA, PISTOCCHI FILIPPO, *Fari, edifici costieri e identità transnazionale lungo i cammini europei*, in SALVATORI FRANCO (a cura di), *L'apporto della geografia tra rivoluzioni e riforme*, A.Ge.I editore, Roma, 2019.
- MAIEZZA PAMELA, *As built Reliability in Architectural Hbim Modeling*, in "THE INTERNATIONAL ARCHIVES OF PHOTOGRAMMETRY, REMOTE SENSING AND SPATIAL INFORMATION SCIENCES", ISPRS, Hannover, 2019.
- MALDONADO, THOMAS, *DISEGNO INDUSTRIALE UN RIESAME*, FELTRINELLI, MILANO, 2008.
- MALDONADO, THOMAS, *REALE E VIRTUALE*, FELTRINELLI, MILANO, 2015.
- MANDELBROT BENOIT, *THE FRACTAL GEOMETRY OF NATURE*, W. H. FREEMAN AND CO, NEW YORK, 1982.
- MANDELLI EMMA, VELO ELIVA, *Il modello in Architettura. Cultura scientifica e rappresentazione*, Alinea editrice, Firenze, 2010.
- MANUEL ADELIN, M'DARHRI ANAS ALAOU, ABERGEL VIOLETTE, ROZAR FABIEN, DE LUCA LIVIO, *A semi-automatic 2D-3D annotation framework for the geometric analysis of heritage artefacts*, in "3rd Digital Heritage International Congress (DigitalHERITAGE) held jointly with 24th International Conference on Virtual Systems & Multimedia (VSMM 2018)", Oct 2018, San Francisco, United States, 2019.
- MAOR EUGEN, JOST ERNST, *L'arte della geometria*, Codice edizioni, Torino, 2020.
- MARINI ALBERTO, *Calcolo dei predicati*, in "MATeXp", B61, 2021.
- MARIOTTI ANNAMARIA LILLA, *Fari*, Edizioni White Star, Vercelli, 2005.
- MASSARIOLO LUCIANO, ZANELLI GUGLIELMO, *I fari e i segnalamenti marittimi italiani. La costa adriatica*, Viella editore, Roma, 2008.
- MATVEJEVIĆ PREDRAG, *Breviario Mediterraneo*, Garzanti, Milano, 2008.

- McLUHAN MARSHALL, *Gli strumenti per comunicare*, Il Saggiatore, Milano, 1964.
- MEZZINA MAURO, SOLLAZZO ALFREDO, *Scienza delle costruzioni 3. Teoria tecnica delle travi*, UTET editrice, Torino, 1993.
- MONTELLA MASSIMO, *Valore e valorizzazione del patrimonio culturale storico*, Electa, Milano 2009.
- MUNARI BRUNO, *Il cerchio*, Corraini, Milano, 2016.
- MUNARI BRUNO, *Il triangolo*, Corraini, Milano, 2007.
- MUNARI BRUNO, *Il quadrato*, Corraini, Milano, 2005.
- MURPHY MAURICE, MC GOVERN EUGENE, PAVIA SARA, *Historic Building Information Modelling - Adding intelligence to laser and image based surveys of European classical architecture*, in "JOURNAL OF PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING", ISPRS, Hannover, 2013.
- NORBERG-SCHULZ CHRISTIAN, *Genius loci*, Milano, 1991.
- NOY NATALYA FRIDMAN, HAFNER CAROLE, *The state of the art in ontology design: A survey and comparative review*, in "AI Magazine", vol. 18, 1997, pp. 53-74.
- NOY NATALYA FRIDMAN, MCGUINNESS DEBORAH, *Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology*, Stanford University, Stanford, 2001.
- NUCIFORA SEBASTIANO, *Contrassegni verticali. Una rilettura del paesaggio costiero*, Iiriti editore, Reggio Calabria, 2007.
- NUCIFORA SEBASTIANO, *Sul limitare*, in BARTOLOMEI CRISTINA, AMORUSO GIUSEPPE (a cura di), *L'architettura dei fari italiani*, vol. 4: Sicilia Alinea, Firenze, 2010.
- OMERO, *Odissea*, Società tipografica editrice, Verona, 1982.
- OMERO, *Iliade*, Feltrinelli, Milano, 2013.
- OSELLO ANNA, *Il BIM, il GIS e la AR per il FM*, in Osello Anna (a cura di), *Building Information Modeling - Geographic Information System - Augmented Reality per il Facility Management*, Dario Flaccovio editore, Palermo, 2015.
- OSTROM ELINOR, *Governing the Commons. The Evolution of Institutions for Collective Action*, Cambridge University Press, Cambridge, 2006.
- PALUMBO MAURO, *Valutazione di processo e d'impatto: l'uso degli indicatori tra meccanismi ed effetti*, in STAME NICOLETTA (a cura di), *Valutazioni*, Formez PA., 2016.
- PAOLINI CHARLES, *I guardiani dei fari. Sentinelle del mare. Storie e leggende*, Addictions-Magene, Milano, 2007.
- PAVAN ALBERTO, MIRARCHI CLAUDIO, GIANI MATTEO, *BIM: metodi e strumenti. Progettare, costruire e gestire nell'era digitale*, Edizioni Tecniche nuove, Milano, 2017.
- PERSANO ERNESTO, *Guida per i sorgitori della costa occidentale d'Italia, quelli della Sardegna e della Sicilia*, Hoepli, Milano, 1980.
- PETINO ANNA, *Tecniche e tecnologie*, in FATTA FRANCESCA (a cura di), *Luci del Mediterraneo. I fari di Calabria e Sicilia*, Rubbettino, Reggio Calabria, 2012.
- PETRACCA SARA, *Il Mediterraneo: il centro della storia Mondiale*, in "L'Idomeneo", v. 21, 2017, p. 223.
- PIAIA EMANUELE, MAIETTI FEDERICA, DI GIULIO ROBERTO, SCHIPPERS-TRIFAN O., VAN DELFT A., BRUIJNENBERG S., OLIVADESE R., *BIM-based Cultural Heritage Asset Management Tool. Innovative Solution to Orient the Preservation and Valorization of Historic Buildings*, in "International Journal of Architectural Heritage. Conservation, Analysis, and Restoration", vol. 15, 2018, pp. 897-920.

- PIANA GIOVANNI, *Un'analisi husserliana del colore*, in "Aut Aut", n. 225, 1966, pp. 1-12.
- PLOTINO, *Enneadi*, in Faggin Giuseppe (a cura di), Bompiani, Milano, 2002.
- POCIBELLI DANAE PHAEDRA, BOEHM JAN, BRYAN PAUL, STILL JAMES, GRAU-BOVÉ JOSEP, *Building information models for monitoring and simulation data in heritage buildings*, in "ISPRS Archives", 422, 2018, pp. 909-916.
- POLLICE FABIO, *Capitale, territorio e la retorica della competitività*, in "Bollettino della Società Geografica Italiana", Serie XIII, vol. VIII, 2015, pp. 417-429.
- POLLICE FABIO, RINALDI CATERINA, *La valorizzazione del patrimonio culturale in Italia*, Centro universitario europeo per i beni culturali, 2012.
- PRONTERA FRANCESCO, *Sul Mediterraneo come categoria storico-geografica*, in vGEOGRAPHIA ANTIQUA", 2014, p. 21.
- PUMA PAOLA, DISEGNO DELL'ARCHITETTURA. APPUNTI PER LA DIDATTICA, FIRENZE UNIVERSITY PRESS, FIRENZE, 2004.
- QUAINI MASSIMO, *L'ombra del paesaggio. L'orizzonte di un'utopia conviviale*, in "Bollettino della Società Geografica Italia", vol. CXLV, 2008, pp. 805-806.
- QUATREMÈRE DE QUINCY ANTOINE CHRYSOSTOME, *Considérations morales sur la destination des ouvrages de l'art ou de l'influences de leur emploi*, Imprimerie de crapelet, Paris, 1815.
- QUATTRINI RAMONA, PIERDICCA ROBERTO, MORBIDONI CRISTIAN, *Knowledge-based data enrichment for HBIM: Exploring high-quality models using the semantic-web*, in "Journal of Cultural Heritage", 28, 2017, pp. 129-139.
- RADOGNA LMBERTO, *Storia della marina militare delle Due Sicilie*, Ugo Mursia Editore, Milano, 1982.
- REGNO D'ITALIA/MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI, *Album dei Fari illustrato dalle notizie intorno ai loro caratteri e posizione non che da quelle intorno alle spese di costruzione e impianto e di annuo mantenimento ed illuminazione*, Ministero dei Lavori Pubblici, Roma, 1873.
- REMONDINO FABIO, *Rilievo e modellazione 3D di siti e architetture complesse*, in "DISEGNA-RECON", vol. 4, n. 8, 2011, pp. 90-98.
- ROBBIANO FRANCESCO, ATTENE MARCO, SPAGNUOLO MICHELA, FALCIDIENO BIANCA, *Partbased annotation of virtual 3d shapes*, in "Proceedings of the 2007 International Conference on Cyberworlds, IEEE Computer Society", 2007, pp. 427-436.
- ROCHE CHRISTPHE, *Terminologie et ontologie*, in "Languages. La terminologie: nature et enjeux", anno 39, n. 157, 2005, pp. 48-62.
- ROCHE CHRISTPHE, *Dire ne pas concevoir*, in "arXiv", 2007, pp. 157-168.
- SANDZHIEV N. V., LALIN V. V., SAVCHENKO A. V., SERDIUKNOV D. A., *Dynamo platform for automation Revit*, in "Alfabuild", 6(7), 2018, pp. 75-82.
- SANNA ANTONELLA, *Conservazione e tutela delle architetture marittime e costiere: profili normativi e competenze del MiBACT*, in "Atti del convegno finale MED-PHARES: valorizzazione del patrimonio architettonico marittimo del Mediterraneo", 2016.
- SANTINI ELISA, *Stabilità, oscillazioni e loro omisura nelle torri dei fari. Stabilità, oscillations and their measure in lighthouses towers*, in Bartolomei Cristina, Amoroso Giuseppe (a cura di), *L'architettura dei fari italiani. The architecture of Italian lighthouses. Vol. 2: Mar Tirreno. Tyrrhenian sea*, Alinea, Firenze, 2006.

- SCANDURRA SIMONA, *La modellazione informativa del patrimonio architettonico. Sperimentazioni e processi Cloud-TO-HBIM*, Aracne editore, Roma, 2020.
- SDEGNO ALBERTO, *Computer Aided Architecture: origini e sviluppo*, in "DISEGNARECON", volume 9, n.16, 2016, pp. 41-46.
- SDEGNO ALBERTO, *Tra CAAD e BIM*, in "Dn - Building Informatino Modeling, Data & Semantics", n. 1, 2017, pp. 76- 88.
- SEDYKH ELINA, *Arte ed estetica del simbolismo del colore*, in "William Morris. Italian Science Review", 2(11), 2014, pp. 237-240.
- SETTIS SALVATORE, *Paesaggio, costituzione, cemento. La battaglia per l'ambiente contro il degrado civile*, Passaggi Einaudi, Torino, 2010.
- SIMEONE DAVIDE, CURSI STEFANO, TOLDO ILARIA, CARRARA GIANFRANCO, *B(H)IM Built heritage Information Modelling Extending BIM approach to historical and archaeological heritage representation*, in "Proceedings of the 32nd eCAADe Conference - Volume 1, Department of Architecture and Built Environment", Faculty of Engineering and Environment, Newcastle, 2014, pp. 613-622.
- SIMONETTI ENRICA, *Luci sull'Adriatico. Fari tra le due sponde*, ROMA, 2009.
- SLOTERDIJK PETER, *L'ultima sfera. Breve storia filosofica della globalizzazione*, Carocci editore, Roma, 2002.
- SOLER FRANCISCO, MELERO FRANCISCO JAVIER, LUZÓN MARIA VICTORIA, *A complete 3d information system for cultural heritage documentation*, in "Journal of Cultural Heritage", vol. 23, 2017, pp. 49-57.
- STUCCHI SANDRO, *Fari, Campanili, Mausolei in Aquileia nostra*, Longanesi, Milano, 1994.
- SWARTOUT BILL, PATIL RAMESH, KNIGHT KEVIN, RUSS TOM, *Towards distributed use of largescale ontologies*, in "Proceedings of Tenth Knowledge Acquisition for Knowledge-Based Systems Workshop (KAW)", 1996, pp. 138-148.
- TALABA DORU, HORVATHT IMRE, LEE HIU KWAN, *Design on virtual and augmented reality technologies in product design*, in "COMPUTER-AIDED DESIGN", 42(5), 2010, pp. 361-363.
- TESSARO FIORINO, *Lo sviluppo della competenza. Indicatori e processi per un modello di valutazione*, in "Formazione & Insegnamento X", 1, 2012, pp. 105-119.
- TIVERON ANDREA, *E-BIM. La metodologia della modellazione informativa in una economia 'a risultato'*, Amazon Italia Logistica, Torino, 2020.
- TONICELLO ANNA, *Gli archivi degli architetti: progetti per l'accesso e la condivisione*, in "Quaderni del CNBA", No. 13, 2014, pp. 41-47.
- Tricot Christophe, Roche Christophe, *Cartographie Sémantique. Des connaissances à la carte*, in "Extraction et gestion des connaissances (EGC'2004), Actes des quatrièmes journées Extraction et Gestion des Connaissances", 2004, pp. 20-23.
- TROIN FRANÇOIS, *Le metropoli del Mediterraneo. Città cerniera, città frontiera*, Jaca Book, Milano, 1997.
- TURRI EUGENIO, *Semiologia del paesaggio italiano*, Marsilio, Venezia, 2014.
- TURRI EUGENIO, *Il paesaggio come teatro. Dal territorio vissuto al territorio rappresentato*, Marsilio, Venezia, 2011.
- VALLEGA ADALBERTO, *The coastal cultural heritage facing coastal managment*, in "Journal of Cultural Heritage", vol. 4, 2004, pp. 5-24.

- VENTURI FERRIOLO MASSIMO, *Percepire i paesaggi. La potenza dello sguardo*, Bollati Borin-
ghieri, Torino, 2009.
- VITRUVIO POLLONE MARCO, *De Architectura*, Edizioni Studio Tesi, Roma, 1836.
- VOLK REBECCA, STENGEL JULIAN, SCHULTMAN FRANK, *Building Information Modeling (BIM) for
existing building – Literature review and future needs*, in “Automation in Construc-
tion”, 38, 2014, pp. 109–127.
- WANG WEI MIN, PFÖRTNER A., LINDOW KAI, HAYKA HAYGAZUN, STARK RAINER GEORG, *Using on-
tology to support scientific interdisciplinary collaboration within joint sustainability re-
search projects*, in “GCSM, 11th Global Conference on Sustainable Manufacturing”,
23-25 Settembre, Berlino, 2013, pp. 612-617.
- WEIL HENRI, *Un papyrus inédit: nouveaux fragment d'Euripide et d'autres poètes grecs*,
Maisonnette, Parigi, 1879.
- WINCKELMANN JOHANN JOACHIM, *Opere di G.C. Winckelmann*, Giacchetti, La Spezia, 1832.
- XIUNCHENG YANG, *3D modelling of built heritage: from geometric models to HBIM*, Universi-
té de Strasbourg, Strasbourg: 2018.
- YOURCENAR MARGUERITE, *Memorie di Adriano. Seguite da Taccuini di Appunti*, Einaudi,
Milano, 2014.
- ZERBETTO RICCARDO, *La Gestalt. Terapia della consapevolezza*, Xenia, Pavia, 1998.