

# Studi costieri

Dinamica e difesa dei litorali - Gestione integrata della fascia costiera

N. 27  
2017

Gruppo Nazionale per la  
Ricerca sull'Ambiente Costiero

ISSN 1129-8588

# Studi costieri

Dinamica dei litorali - Gestione integrata della fascia costiera

Collana diretta da:

**Enzo Pranzini**

Dipartimento di Scienze della Terra  
Via Micheli, 6 - 50121 Firenze  
Tel. 055 2756547

Redazione: **Marco Piccardi**  
m.piccardi@tin.it

## Comitato scientifico

Segreteria: **Pierluigi Aminti**  
Dipartimento di Ingegneria civile  
Via S. Marta, 3 - 50139 Firenze  
Tel. 055 2758840  
E-mail: aminti@dicea.unifi.it

**Carl Leonetto Amos** - Southampton (UK)  
**Giorgio Anfuso** - Cadice (Spagna)  
**Edoardo Benassai** - Napoli  
**Antonio Brambati** - Trieste  
**Mario Calabrese** - Napoli  
**Lorenzo Cappietti** - Firenze  
**Nicola Corradi** - Genova  
**Leandro D'Alessandro** - Chieti  
**Giuliano Fierro** - Genova  
**Leopoldo Franco** - Roma  
**Giovan Battista La Monica** - Roma  
**Alberto Lamberti** - Bologna

**Elvidio Lupia Palmieri** - Roma  
**Alessandro Mancinelli**, Ancona  
**Alberto Noli** - Roma  
**André Ozer** - Liegi (Belgio)  
**Piero Ruol** - Padova  
**Giulio Scarsi** - Genova  
**Umberto Simeoni** - Ferrara  
**Adrian Stanica** - Bucarest (Romania)  
**Sandro Stura** - Genova  
**Giuseppe Roberto Tomasicchio** - Bari  
**Lilian Wetzel** - Rio Grande (Brasile)

# Studi costieri

Dinamica dei litorali - Gestione integrata della fascia costiera

Numero 27

## Indice

Verifica della progettazione e della efficienza di un'opera marittima a gettata soffolta Francesco Viola, Valeria Favara, Giuseppe Amedeo Mallandrino	p. 3 - 16
La percezione dell'impatto dell'erosione costiera da parte degli esercenti del litorale compreso tra la foce del F. Magra e Marina di Carrara Massimo Perna, Carlo Brandini, Luigi Cipriani, Valentina Grasso, Irene Mammì, Filippo Pelliccia, Enzo Pranzini, Giovanni Vitale	p. 17 - 32
Latitudine senza latitudine. Determinazioni astronomiche e carte per navigare dell'Europa tardo medievale: le innovazioni di Francesco Beccari Fortunato Lepore, Marco Piccardi, Enzo Pranzini	p. 33 - 108
G3 - 2016 Lorenzo Cappietti	p. 109 - 110
Capacità di carico e valutazione della qualità delle spiagge: il caso studio di Lavagna (Liguria orientale) Debora Tonazzini	p. 111 - 120
Applicazione della modellistica geologica 3D per lo studio delle dinamiche e criticità costiere in Emilia-Romagna Lorenzo Calabrese, Luisa Perini, Annamaria Correggiari, Alessandro Remia	p. 121 - 122
L'erosione delle spiagge toscane nel XIX secolo: una revisione dei dati della letteratura Marco Piccardi	p. 123 - 124
Studio di pre-fattibilità per la valutazione dell'impiego, nella filiera agro-energetica, dei residui di fanerogame marine spiaggiati: tecnologie per la trasformazione e la riqualificazione, caratterizzazione quanti-qualitativa dei prodotti derivati Gloria Misson, Giorgio Alberti, Tiziana Pirelli, Alessandro Peressotti	p. 125 - 126
Interventi di difesa della costa. Litorale di Ronchi (Massa). Annualità 2014 - 2016 Paolo Barsotti, Andrea De Vitis, Simone Giambelli	p. 127 - 128
Il SAPR per il monitoraggio costiero Irene Mammì, Lorenzo Rossi	p. 129 - 130
L'annegamento sulle spiagge italiane. Analisi dei dati e attività di prevenzione Dario Giorgio Pezzini	p. 131 - 140
Norme per gli Autori	p. 141 - 142

## Verifica della progettazione e della efficienza di un'opera marittima a gettata soffolta

Francesco Viola<sup>1</sup>, Valeria Favara<sup>2</sup> e Giuseppe Amedeo Mallandrino<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Architettura (DICAAR), Università degli Studi di Cagliari, Via Marengo 2, 09123, Cagliari, viola@unica.it

<sup>2</sup>Studio Mallandrino S.r.l, Via Trapani 15, 90141, Palermo, valeriafavara@gmail.com

<sup>3</sup>Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale, Aerospaziale, dei Materiali (DICAM), Università degli Studi di Palermo, Viale delle Scienze, 90128, Palermo, giuseppe.mallandrino@unipa.it

### Sommario

Una progettazione avanzata, basata sull'utilizzo di modelli matematici di recente generazione, corroborati dagli esiti di approfondite prove su modello fisico condotte presso il qualificato laboratorio HR Wallingford in Inghilterra, è stata sottoposta a verifica nei suoi esiti applicativi, mediante riscontri inerenti la geometria dell'opera sette anni dopo la relativa ultimazione, riscontrando uno stato di evidente alterazione, non riconducibile alla presenza di attacchi da parte di onde più severe rispetto a quelle assunte in sede progettuale. Si sono ricercate le cause in fattori progettuali ed esecutivi, pur in mancanza del relativo *asbuilt*.

**Parole chiave:** Scogliere sommerse, Esiti di progettazione avanzata.

### Abstract

*An advanced design, based on the use of latest generation mathematical models, has been here proposed. The results of extensive tests on physical models conducted at HR Wallingford lab in England have been also described. A design verification was possible through the analysis of the breakwater's geometry five years after its completion. It has been verified a state of evident alteration, not due to the occurrence of more severe waves than those assumed in the design stage. The causes of failure have been sought in planning and executive factors.*

**Keywords:** submerged breakwaters, advanced design follow-up.

### Il caso analizzato e il relativo approccio metodologico

Le scogliere soffolte sono divenute tra le opere di protezione costiera più diffuse; il fine della loro messa in opera va ricercato nella volontà di ridurre l'energia del moto ondoso e di preservare l'equilibrio della linea di costa, pur nella tutela dell'ambiente, e in particolare del paesaggio. Per ottenere questo scopo esse sono dimensionate, per lo più, per tranciare, ingenerando il frangimento sulla cresta, la trasmissione dell'energia a tergo della struttura, ma anche, seppure in subordine, in forza dei processi dissipativi connessi ai moti vorticosi dovuti all'attraversamento tramite i pori presenti nel corpo dell'opera. Tuttavia, oltre alle tematiche riguardanti la trasmissione dell'energia in relazione alle caratteristiche del moto ondoso incidente, il dimensionamento deve tener conto di una serie di ulteriori aspetti che, in aggiunta a quelli estetici, mettano in conto anche la natura e la morfologia del fondale (Johnson *et al.*, 2005; Van der Meer *et al.*, 2005; Karmakar e Guedes Soares, 2014; Sharifahmadian e Simons, 2014) e, in senso estensivo, della costa adiacenti (Sumer *et al.*, 2001; Ranasinghe e Turner, 2006), senza mai, nondimeno, trascurare la concreta fattibilità dei successivi momenti esecutivi. Una buona revisione della letteratura riguardante i su citati aspetti è stata fornita da Pilarczyk (2003), mentre quelli relativi alla stabilità degli elementi che la costituiscono merita un approfondimento separato; i moderni strumenti conoscitivi permettono, infatti, una stima accurata, tramite modelli numerici 3D, delle forzanti che agiscono sulle scogliere soffolte (Hur e Mizutani, 2003) e questo pone le basi

per un dimensionamento accurato dei singoli blocchi prescelti. E' notorio, altresì, che, essendo la forzante dovuta al moto ondoso di matrice stocastica non si può prescindere da un'analisi probabilistica (Mase *et al.*, 1995) e, nei casi più complessi, dalla modellazione fisica dei fenomeni prevedibili. Esistono diversi lavori in letteratura che propongono formulazioni per il dimensionamento delle unità che costituiscono la scogliera sommersa: il più diffuso è sicuramente quello condotto da Van der Meer and Pilarczyk (1990), cui si farà appresso riferimento, poi seguito in ordine temporale da Vidal *et al.* (1992).

L'analisi e il monitoraggio a piena scala delle opere di che trattasi è stato affrontato in letteratura, anche se documentazioni al riguardo sono, tutto sommato, in numero contenuto; infatti, Dean *et al.* (1997) hanno seguito il comportamento di una scogliera sommersa di 1200 m circa costruita a Palm Beach (FL, USA), sebbene lo scopo primario di quelle indagini fosse lo studio delle evoluzioni morfologiche del fondo, gli Autori hanno osservato, tra gli altri aspetti connessi, anche l'assetamento dei blocchi.

Le condizioni di collasso di un'opera a gettata sono usualmente definite, come è ben noto, dall'asportazione dei blocchi dello strato di protezione, cui è affidato il compito di dissipare la più parte dell'energia del moto ondoso incidente, in misura tale da evitare l'attacco sullo strato di transizione sottostante che, per i pesi di gran lunga inferiori dei blocchi che lo formano, verrebbe, di converso, rapidamente asportato; il caso che in questa sede viene discusso si presenta, viceversa, con un assetto che sfugge al tipico approccio come sopra ricordato. Infatti, alla parte di opera adagiata sul paramento foraneo non è stato affidato il compito, tipico delle mantellate, di far da elemento di protezione dell'intera struttura e, di conseguenza, con le più elevate soglie di resistenza, ma, al contrario, di offrirsi essa stessa come componente strutturale che si sacrifichi a tutela della rimanente parte che costituisce l'ammasso dell'opera medesima; ciò nonostante, proprio il nucleo, inteso come parte centrale dell'intero corpo della scogliera, è, in virtù del ragguardevole peso assegnato ai singoli blocchi che lo costituiscono, dotato della maggiore capacità di opposizione all'attacco del moto ondoso. Molteplici analisi sperimentali, ben conosciute in letteratura, dimostrano che nel comportamento di un'opera a gettata, al crescere dell'altezza dell'onda incidente fino ai valori ai quali consegue il collasso dell'opera, si possono distinguere tre fasi che qui di seguito brevemente si ricordano, facendo volutamente riferimento agli esiti di una celebre indagine condotta da Iribarren (1965) e, proprio per questo, riportata in molti manuali di uso corrente (Benassai, 2008); ciò perchè si vuole ripercorrere il tragitto professionale messo in essere, ispirandosi a metodi assolutamente tradizionali.

Ci si limita, quindi, a ricordare, seppure in modo estremamente sintetico come l'ampia diffusione del tema im-

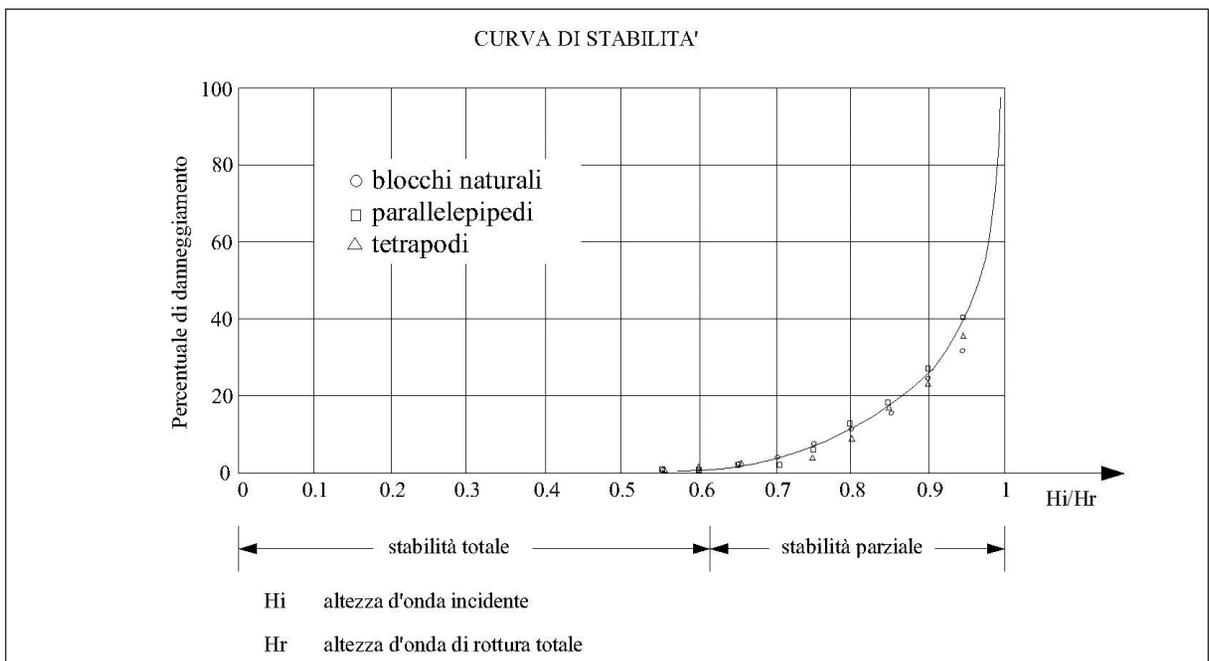


Figura 1. Curva di stabilità tratta da Iribarren (1965).

pone, che nella prima fase, detta di *“inizio delle avarie”*, l’opera rimane sostanzialmente inalterata sotto l’incalzare dell’onda, con la dislocazione di pochi blocchi isolati senza che ciò pregiudichi la stabilità generale della stessa opera; al crescere dell’altezza d’onda si avverte una seconda fase, detta di *“stabilità parziale”*, caratterizzata da deformazioni irreversibili dell’ammasso, per la dislocazione di un certo numero di blocchi; quando viene raggiunto un determinato valore dell’altezza d’onda, si entra in una terza fase, detta di *“rottura totale”*, il numero dei blocchi dislocati che rotolano al piede della diga cresce in modo assai ragguardevole e la funzione protettiva viene meno: entrando in questa fase la conservazione dell’opera dipende sensibilmente dalla durata dell’azione dell’onda.

La figura 1 mostra il grafico, ormai divenuto classico, così come tracciato da Iribarren, nel quale vengono individuate le tre fasi dianzi accennate, ritenendosi vano ogni commento in relazione alla sua diffusa conoscenza; tuttavia è necessario osservare che, in ogni caso, si potranno trarre dallo studio condotto dall’Autore spagnolo solo indicazioni di tipo qualitativo, stante che, notoriamente, lo studio si riferisce ad un’opera emergente, mentre, come già si è detto, trattandosi di scogliere soffolte, la geometria dell’opera che in questa sede viene esaminata è diversa rispetto a quella sperimentata da Iribarren.

Nel caso particolare che qui interessa, infatti, si prende in esame una scogliera soffolta realizzata a salvaguardia della costa del Comune di Sant’Alessio Siculo, ( $37^{\circ}55'13.3''N$ ,  $15^{\circ}20'56.2''E$ ), sulla costa jonica della Sicilia, fra Taormina e Messina; l’esame, come precennato, prese le mosse dall’analisi delle procedure messe in essere all’atto della progettazione esecutiva, passa, successivamente, a verificare gli esiti di uno specifico rilievo relativo all’assetto attualmente raggiunto dall’opera, da porre a confronto con la geometria originaria della scogliera, per la quale si è attinto al relativo progetto, stante che nella documentazione che usualmente accompagna lo stato finale non risulta il rilievo del cosiddetto *“come eseguito”* (*asbuilt*).

In dettaglio, la scogliera soffolta, così come rappresentata in figura 2, risulta costituita da un nucleo realizzato in scogli naturali del peso singolo da 10 t a 15 t; tale nucleo poggia su un materasso in pietrame. Sul fronte foraneo il progetto presenta uno strato, definito *“sacrificale”*, di spessore pari a 2,00 m e scarpa 3/2, realizzata in scogli di peso inferiore rispetto al nucleo, e cioè da 7 t a 10 t. Sul paramento interno del nucleo è previsto, prima uno strato intermedio, rasato a quota -3,00 m, in scogli da 50 kg a 1000 kg, avente spessore costante di 1,50 m, e rivestito con materasso filtrante, e poi una potente copertura in scogli ancora del peso singolo da 7 t a 10 t, avente anch’essa scarpata 3/2. Il coronamento presenta una larghezza complessiva pari a 18,00 m e quote variabili: da -1,50 m lungo il ciglio del paramento interno a -1,80 m all’estremo foraneo del nucleo, dove si ravvisa un gradino che pone il livello sommitale del predetto strato *“sacrificale”* a quota -2,40 m (Fig. 2).

La progettazione risulta condotta ricorrendo, a supporto dei calcoli, all’ausilio di prove su modello, finalizzate, almeno per il tema che in questa sede interessa, alla migliore valutazione dei pesi dei blocchi naturali con i quali realizzare l’opera; quindi, si riportano nel seguito sinteticamente i risultati degli studi condotti, sia per ciò che concerne la valutazione delle caratteristiche del moto ondoso al largo e sotto costa, sia con riguardo ai calcoli di stabilità e, infine, agli esiti delle prove su modello fisico.

Il progetto è redatto ponendo a base dei calcoli e delle prove le caratteristiche del moto ondoso al largo ricavate tramite l’applicazione di un noto metodo indiretto riportato sui più comuni manuali (SMB), a partire

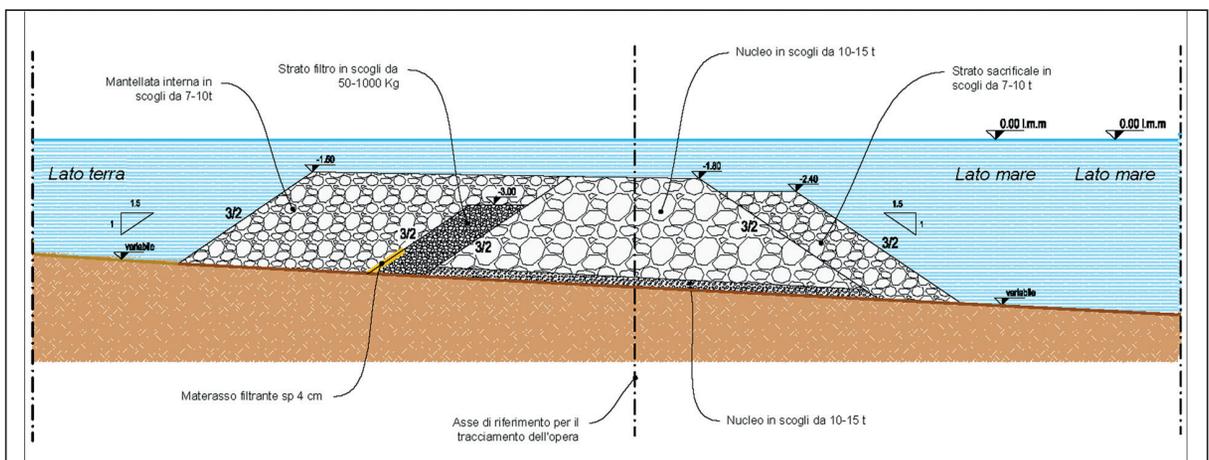


Figura 2. Sezione tipo scogliera soffolta

dai dati anemometrici rilevati nella stazione di Malta (Tomasicchio, 2015); pur non di meno, in questa sede si è voluto procedere anche alla determinazione diretta delle caratteristiche ondose al largo, assumendo le misure dell'ondametro di Catania, facente parte della Rete Ondametrica Nazionale, al fine di ripercorrere la procedura di dimensionamento dei blocchi costituenti l'opera soffolta.

### Le caratteristiche del moto ondoso incidente

In sede progettuale, al fine di studiare le trasformazioni che il moto ondoso subisce sui fondali di transizione, sono stati utilizzati in serie due modelli numerici, in modo da ottenere quale output del primo gli input del secondo: STWAVE (*Steady-State Spectral Wave Model*) e CGWAVE (*Coastal Wave Prediction Model*). In particolare, all'atto delle valutazioni numeriche, tramite il modello STWAVE, sono state considerate le mareggiate con tempo di ritorno di 10 e 50 anni, così determinando le altezze d'onda, i periodi e le direzioni sottocosta quali dati di ingresso nel modello successivo, CGWAVE, per ottenere, al fine, la determinazione dello stato di agitazione nello specchio liquido sia antistante, sia a tergo dell'opera di difesa soffolta in progetto. Tratti dalla analisi condotta in sede progettuale, si riportano i valori delle altezze d'onda al largo che, rispettivamente per i tempi di ritorno di 10 e 50 anni, risultano pari a 5,96 m e 7,85 m e quelle sottocosta, che, nell'ordine medesimo, si riducono a 4,78 m e 6,48 m, sempre per la direzione al largo di 90° N, che sotto costa diviene pari a circa 112° N; in relazione ai valori del periodo che si presentano, sempre per i due tempi di ritorno detti, si evidenzia che sono di poco superiori a 11 sec.

### Calcolo di verifica della stabilità idraulica della scogliera soffolta

In un primo approccio, per la verifica di stabilità della scogliera in sede progettuale, si è fatto ricorso al programma Breakwat della Delft Hydraulics, assumendo come onda di progetto quella sottocosta avente altezza di 6.48 m e periodo di 11.18 s, provenienza sottocosta da 112,5° N, associata ad un tempo di ritorno di 50 anni; si è prescelto, per la verifica della stabilità dei massi delle scogliere sommerse, il ricorso alla ben nota formula di Van der Meer: pervenendo alla sintesi che *“l'esame dei risultati evidenzia che la soluzione progettuale è sicuramente accettabile per quanto riguarda la stabilità”*.

Per sola facilità mnemonica si trascrive nel seguito la citata espressione proposta da Van der Meer, con la simbologia adottata da Benassai (2008):

$$\frac{h'_c}{h} = (2.1 + 0.1S_d) e^{(-0.14N_s^*)} \quad (1)$$

$$N_s^* = N_s s_p^{\frac{1}{3}} = \frac{H_s}{\Delta D_{n50}} s_p^{\frac{1}{3}}$$

Dove, come è ben noto:

- $N_s^*$  numero di stabilità spettrale;
- $h$  profondità al piede dell'opera;
- $h'_c$  altezza della struttura, dal coronamento al fondo;
- $\Delta = \frac{\gamma_s}{\gamma_0} - 1$  è la ripidità di picco;
- $S_d$  è il grado di danneggiamento ammissibile;
- $N_s$  numero di stabilità;
- $\gamma_s$ , con  $\gamma_0$  peso specifico del blocco e  $\gamma_0$  peso specifico dell'acqua;
- $D_{n50}$  diametro nominale mediano del blocco;
- $H_s$  altezza d'onda significativa.

Considerata una giacitura dell'opera tale che la cotangente dell'angolo formato con l'orizzontale sia pari a 1.5, le tabelle più diffuse in letteratura indicano, come è noto, valori del grado di danneggiamento pari a 2 per la condizione di danno incipiente, variabili tra 3 e 5 per la condizione di danno intermedio e, infine, per il collasso dell'opera forniscono un valore del parametro pari a 8.

Fissati l'altezza e il periodo dell'onda incidente, la profondità sulla quale disporre l'opera, la posizione del coronamento rispetto al livello del mare, al fine posto di determinare il valore di  $\Delta D_{n50}$  dall'equazione (1), in progetto non viene preventivamente discusso e scelto il grado di danneggiamento  $S_{dp}$ ; il cui dato numerico può, tuttavia, trarsi dall'esame delle numerose tabelle di calcolo allegate, ricavandosi un valore variabile da quasi 15 fino a circa 7. Il progettista, non di meno, ritiene di dimezzare i pesi così ricavati, come se fra le due grandezze, grado di danneggiamento e peso del blocco, esistesse una interdipendenza lineare; ma ciò nonostante, anche a volere accogliere, a tutto dare, l'assioma fissato dal progettista, il grado di danneggiamento resterebbe sempre superiore, o molto prossimo, ad otto.

### Prove su modello fisico

Come accennato in precedenza, la progettazione è stata corroborata da indagini su modello fisico finalizzate ad esaminare "la stabilità e la durabilità del sistema progettato a difesa del litorale del Comune di S. Alessio". Più in dettaglio, nel suddetto studio la società HR- Wallingford, ha, fra l'altro, analizzato la tracimazione dell'opera stessa sotto l'azione di eventi ondosi estremi e, aspetto che in questa sede particolarmente interessa, la stabilità degli scogli destinati alla formazione della diga.

I test su modello fisico, la cui scala era 1:40, sono stati eseguiti ricorrendo a treni di onde aventi angolo di incidenza ancora pari a 112.5° N, già in precedenza ricavati nel modo detto; nondimeno le altezze d'onda di prototipo programmate dal generatore d'onda sono riportati in Tabella 1.

**Tabella 1. Condizioni di moto ondoso utilizzate nelle prove su modello**

Direzione onda (°N)	Livello dell'acqua (m)	Condizione onde al largo (Tempo di ritorno in anni)	Altezza d'onda significativa $H_s$ (m)	Periodo dell'onda significativa $T_s$ (s)	Periodo zero crossing $T_m$ (s)	Periodo di picco $T_p$ (s)
112.5	+ 0.0	10	6.0	9.8	8.2	10.2
112.5	+ 0.0	50	7.9	11.2	9.4	11.7

Con riferimento alla stabilità dei massi nelle prove relative alla sezione tipo dell'opera come già dianzi descritta, la sintesi delle prove condotte riporta quanto segue:

- *“Durante le mareggiate con tempo di ritorno di 10 anni, la maggioranza dei movimenti si è osservata verso mare sulla scarpata di massi con 7÷10 t. Il numero esatto degli spostamenti non è facilmente quantificabile, tuttavia, queste unità sono rimaste sulla struttura. Una sovrastima può essere data pari a 5.5% ed al 8.7% di massi, ...omissis... Sul lato verso terra la percentuale di massi (7÷10 t) spostati risulta pari a 1% ÷ 3 %. I massi principali da 10÷15 t sono risultati stabili con l'1÷3% di estrazioni alla fine del test.” ... omissis... “un piccolo numero (2÷3) di massi da 7 t a 10 t al piede sacrificale viene spostato verso terra e si è fermato sulla soglia di massi da 10 t a 15 t”.*
- *“...un movimento significativo di massi è stato osservato per la mareggiata con periodo di ritorno 50 anni. La parte frontale della struttura è stata risagomata. ...omissis... Durante il test per tempo di ritorno 50 anni le onde frangono sopra e davanti la struttura di protezione della spiaggia. Le grandi onde frangenti rimodellano gli strati frontali ed intermedi della struttura. Il profilo trasversale attraverso la struttura mostra che l'opera si è abbassata da - 1.8 m (nella zona di interfaccia tra 10÷15 t e 7÷10 t) a circa -2.5 m ...omissis... I massi estratti da 7÷10 t sono stati spostati verso il largo e sono rotolati sulla dolce batimetria del modello. Nel prototipo le unità asportate si disporranno nella sabbia immediatamente al piede della struttura. I massi sacrificali da 7÷10 t forniranno protezione al fenomeno di scalzamento e continueranno a fornire nella realtà qualche protezione alla parte restante dell'opera. La parte posteriore dei massi da 7÷10 t ha registrato un assestamento tra 0.1 m e 0.3 m, la parte posteriore della struttura è restata praticamente intatta.”*

Da quanto sopra asserito, si deduce che nella fase caratterizzata da un valore del tempo di ritorno di 10 anni le prove, durante le quali “il numero esatto degli spostamenti non è facilmente quantificabile”, non hanno assolutamente ravvisato la presenza di danni e, in ogni caso, non si sono accertati dislocazioni di blocchi costituenti lo strato “sacrificale” se non in percentuali assai basse, risultando che “queste unità sono rimaste sulla

*struttura*"; gli scogli costituenti il nucleo sono risultati sostanzialmente stabili, avendosi dislocazioni irrisorie; quelli a tergo dell'opera non hanno subito spostamenti apprezzabili: forse questa fase non può nemmeno essere ricondotta alle condizioni che Iribarren definisce di "inizio delle avarie".

Nella fase, con onde aventi tempo di ritorno pari a 50 anni, possono riconoscersi i tratti idonei a caratterizzare quella che Iribarren indica come condizione di "stabilità parziale", stante che "la parte frontale della struttura è stata risagomata ... le onde frangenti rimodellano gli strati frontali ed intermedi della struttura"; infatti è stato evidenziato un abbassamento del paramento foraneo in corrispondenza della "interfaccia tra 10÷15 t e 7÷10 t" e una estensione in orizzontale della protezione foranea, dal momento che gli scogli "stati spostati verso il largo", con ciò indicando la presumibile tendenza verso la tipica forma ad S.

In sintesi, le prove sperimentali indicavano che la struttura ha dimostrato un buon comportamento per gli eventi con tempo di ritorno di 10 e tollerabili per quelli aventi tempo di ritorno di 50 anni, avendosi in tal caso sia i movimenti dei massi "sacrificali", sia la modellazione dei blocchi con peso da 10 t a 15 t; infatti, il fronte della diga direttamente attaccato dal moto ondoso risultava rimodellato, come era da attendersi, per raggiungere un equilibrio dinamico stabile. Tali risultati sono sinotticamente esposti in Tabella 2.

**Tabella 2. movimenti dei massi sulla scorta delle prove**

Tr (anni)	H (m)	7-10 t, lato mare	10-15 t	7-10 t, lato terra
10	6.0	Spostati (5.5%÷8.7%)	Stabili (con 1÷3% di estrazioni)	Spostati (1%÷3%)
50	7.9	risagomata, rotolemento al piede	abbassamenti da -1.8 m a -2.5 m	Praticamente intatta; assetamento tra 0.1 m e 0.3 m

### **Analisi probabilistica del moto ondoso incidente a partire dalle misure della boa di Catania**

Al fine di condurre un'utile verifica inerente le procedure messe in essere all'atto della stesura del progetto, si sono valutate per via diretta le caratteristiche probabilistiche del moto ondoso nel paraggio in esame e, in particolare, quelle delle onde che hanno interessato l'opera durante la sua breve vita. Si è proceduto, pertanto, alla analisi dei dati ondometrici rilevati dalla già ricordata boa di Catania (RON); tale boa ondometrica, ancorata su fondali dell'ordine di 100 metri, si trova ad una latitudine di 37° 29' 24" N e ad una longitudine di 15° 08' 48" E: sufficientemente prossima, pertanto, alla scogliera in studio. È stato analizzato il dataset, caratterizzato da un adeguato tempo di osservazione, dal 1989, anno in cui, appunto, è entrata in funzione, fino al 2013: ciò ha permesso la attendibile ricostruzione del clima meteomarinario al largo. È utile che la stessa serie temporale contenga le informazioni circa le forzanti dovute alle onde che si sono abbattute sull'opera, iniziata nel 2003 e completata nel 2007. La selezione di dati meteo marini omogenei ed indipendenti tra quelli disponibili si presenta come l'aspetto più importante dell'analisi probabilistica dei valori estremi; infatti, come è noto, i modelli per la determinazione delle onde estreme richiedono non solo, ovviamente, che il campione venga estratto dall'intera serie di dati, ma che debba, inoltre, essere comunque rappresentativo dell'intera popolazione: in particolare i dati raccolti dalla boa di Catania bene si offrono, perchè questa presenta un rendimento reale annuale di funzionamento abbondantemente superiore al 51% (Tab. 3).

Per determinare le altezze d'onda corrispondenti ad assegnato tempo di ritorno si è condotta, come è usuale, una procedura di inferenza statistica sulla serie ondometrica (Boccotti, 1997); a partire da questa si è poi stimata la curva di probabilità cumulata (*cdf*) empirica omnidirezionale, ovviamente tramite una semplice plotting position, e su questa si è fittata una distribuzione teorica classica, del tipo Gumbell o Weibull: il confronto tra la *cdf* empirica e la curva teorica ha palesato un buon adattamento generale teorico ai dati osservati. La conoscenza della *cdf* probabile, tracciata a partire dai dati reali, consente, notoriamente, di ricavare l'andamento dell'altezza d'onda in funzione del tempo di ritorno (Fig. 3); mediante tale più attendibile procedura, si osservano valori generalmente inferiori rispetto a quelli ricavati in sede progettuale per via indiretta a partire dai dati anemometrici rilevati nella stazione di Malta: l'analisi dei dati realmente misurati evidenzia, quindi, uno stato meteomarinario meno severo rispetto a quello assunto in sede progettuale; e ciò avrebbe dovuto costituire, già da solo, una garanzia supplementare circa il successo del risultato finale, legato alla effettiva resistenza dell'opera nei confronti dell'attacco da parte del moto ondoso reale.

Tabella 3. Dati significativi della boa di Catania

Anno	H max (metri)	Direzione (°N)	Data	Ora	N. giorni funzionamento boa	Rendimento (%)
1990	4.50	97.0	25-dic	3.00	365	100
1991	5.20	102.0	15-mar	21.30	365	100
1992	5.80	94.0	26-dic	20.00	365	100
1993	4.60	108.0	25-nov	12.00	365	100
1994	4.80	104.0	06-feb	18.3	365	100
1995	5.00	101.0	14-mar	0.30	365	100
1996	6.20	104.0	28-feb	16.00	365	100
1997	3.70	81.0	11-mar	21.00	365	100
1998	4.80	78.0	25-mar	19.00	365	100
1999	3.24	139.	17-mar	11.00	365	100
2000	3.29	162.	22-dic	12.00	365	100
2001	3.33	129.	22-gen	4.30	365	100
2002	3.50	106.0	08-mag	12.30	365	100
2003	4.20	140.	17-mar	13.30	365	100
2004	4.40	110.	04-ott	15.30	323	88.
2005	5.10	118.	10-feb	0.00	277	76.
2010	5.10	120.	27-gen	6.00	343	94
2011	5.15	116.0	01-feb	16.00	351	96
2012	6.07	164.	29-ott	20.30	344	94
2013	3.94	115.	01-dic	9.00	229	63

Per analizzare la propagazione delle onde sottocosta, sempre al fine di valorizzare l'analisi comparativa, in questa sede è stato utilizzato il software MIKE 21 SW, che rappresenta lo stato dell'arte di terza generazione dei modelli spettrali cumulati di vento ed onde, sviluppato dal DHI Water & Environment; il modello simula la generazione, il decadimento e la trasformazione delle onde generate dal vento e dalle onde swell nelle zone offshore e costiere. Il trasferimento delle condizioni ondometriche dal largo a sotto costa è stato, quindi, studiato su un dominio spaziale molto ampio, comprendente, al fine di non consentire che una componente significativa potesse restare esclusa, una ragguardevole estensione della porzione di mare Ionio che interessa. Tale dominio è stato discretizzato

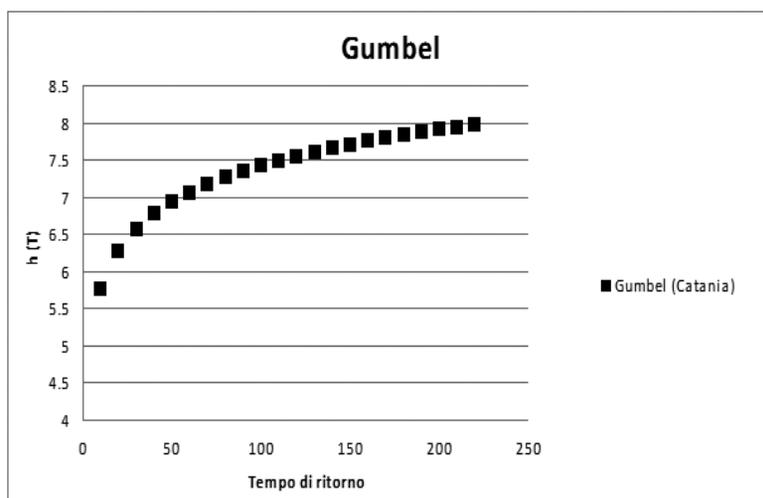
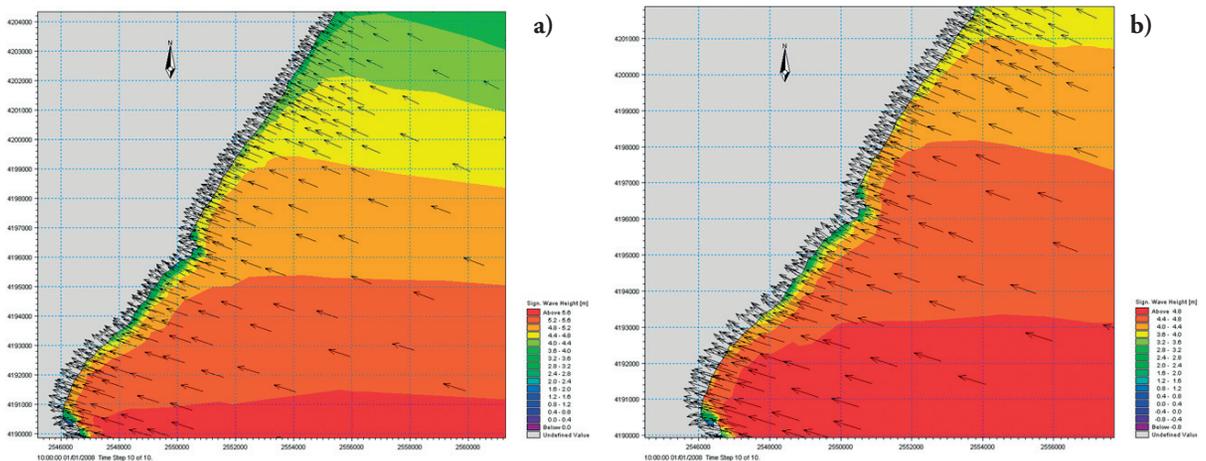


Figura 3. Relazione tra altezza significativa e tempo di ritorno al largo di Catania

tramite una mesh con strutturata a maglie triangolari aventi dimensione del singolo triangolo piuttosto ampia al largo e più fitta in prossimità della costa, laddove, come è ben noto, è richiesta maggiore accuratezza. Per lo studio della propagazione, infatti, è necessario dettare le condizioni presenti al contorno del dominio: nel caso specifico si è proceduto tracciando il confine di terra, tre confini laterali, di questi uno relativo allo stretto di Messina, dai quali si prevede non entrino onde nel dominio e, infine, un confine offshore. Da quest'ultimo si suppone che entrino le forzanti ondamiche e, pertanto, il clima ondoso ricavato in precedenza è stato trasformato in una successione di onde e, logicamente, posta questa come input al modello di calcolo del trasferimento.

In particolare, sono state condotte due simulazioni per l'onda al largo: una desunta dall'analisi indiretta a partire dai dati del vento, avente tempo di ritorno e direzione di provenienza pari a quelli dell'onda di progetto utilizzata per il dimensionamento dell'opera soffolta (altezza di 7,85 m e periodo di circa 11 s, dalla direzione al largo di 90° N, per un tempo di ritorno pari a 50 anni), l'altra per l'evento estremo al largo specificatamente ottenuto in questa sede dall'analisi probabilistica dei dati ondometrici rilevati dalla boa di Catania, ovviamente col medesimo tempo di ritorno e la stessa direzione di provenienza dell'onda di progetto. I risultati ottenuti riportati nella Tabella 4 mostrano i valori delle altezze d'onda sottocosta, praticamente al piede dell'opera, per i due casi di propagazione di onda al largo ottenuta dai dati del vento e dai dati della boa di Catania e poi trasferiti sotto costa mediante il ricorso ai due approcci: quello con i due modelli, utilizzato in sede progettuale, e il modello Mike 21 SW, qui utilizzato, per il quale, a solo titolo esemplificativo, si riportano i campi d'onda prodotti in output (Fig. 4). Noti i campi d'onda in tutto il dominio ampio sono stati estratti i valori delle altezze d'onda in un punto sottocosta antistante le scogliere soffolte, a profondità di circa 10,0 m.



**Figura 4. Propagazione sottocosta. a) onda associata a  $Tr = 50$  anni avente  $H_s = 7.85$  m: onde generate da vento - Stazione di Malta. b) onda associata a  $Tr = 50$  anni avente  $H_s = 6.93$  m: Dati ondometrici rilevati dalla boa RON di Catania.**

**Tabella 4. Analisi comparativa fra le altezze d'onda al largo e sottocosta per tempo di ritorno 50 anni.**

$Tr = 50$ anni	LARGO			SOTTOCOSTA	
	$H_s$ (m)	T (s)	Dir. (°N)	$H_s$ (m)	Dir. (°N)
Stazione anemometrica di Malta + STWAVE	7.8	11.18	90	4.68	116
Boa RON di Catania +MIKE 21	6.9	10.53	90	4.13	116

Si osservi che i rapporti fra le altezze d'onda al largo e sottocosta, in entrambi i casi pari a 1,6, valutate con i due distinti procedimenti, indicano una sostanzialmente equivalenza, ai fini delle pratiche applicazioni: ciò induce a pensare che i criteri utilizzati per la conoscenza delle condizioni ondamiche al largo e, successivamente, i processi di trasferimento di queste verso costa, fino all'attacco sull'opera, adottati per l'approntamento del progetto e quello utilizzato in questa sede siano paritetici, stante che le differenze sono

contenute entro le incertezze degli altri elementi che entrano in gioco, come, ad esempio il peso degli scogli, come materialmente forniti dalla cava: la verifica sostanzialmente conferma, almeno sotto il profilo concreto, che i metodi utilizzati per l'approntamento del progetto risultano resi saldi, perchè conformi alle diffuse procedure ed usuali approssimazioni. Tuttavia si constata che lo studio della propagazione del moto ondoso dal largo verso riva, condotto, sia a partire dalla serie di dati ondametrici della boa, sia dai dati del vento, ha fornito dei valori di altezze d'onda sottocosta, alla profondità di circa 10,00 m, antistante la zona dove si elevano le opere di difesa, largamente inferiori, essendo mediamente pari a 4,50 m, rispetto all'analogo valore dell'altezza d'onda sottocosta utilizzata per il dimensionamento della scogliera soffolta, pari a 6,48 m: anche tale ultima circostanza, in aggiunta a quanto già osservato, ulteriormente dovrebbe contribuire allo spirare di ogni preoccupazione in merito alla capacità dell'opera progettata a resistere egregiamente alle sollecitazioni generate dal moto ondoso. Per completezza espositiva, si riferisce, altresì, di una differenza di pochi gradi per quanto riguarda la direzione di attacco sottocosta,  $116^\circ$  N a fronte di  $112,5^\circ$  N, che poco incide, tuttavia, sui successivi processi di calcolo.

### Rilievo multibeam e relativa analisi dei risultati

Al fine di analizzare il modellamento subito dalla scogliera soffolta sotto l'incalzare delle onde, nei sette anni trascorsi dalla loro ultimazione, si è proceduto ad eseguire un confronto mediante sovrapposizione delle sezioni di progetto della scogliera soffolta con le analoghe relative ai tratti di scogliera realizzati. Per il tracciamento delle sezioni esistenti si è fatto riferimento ai risultati ottenuti dal rilievo multibeam eseguito in data 24 aprile 2014 (Fig. 5): nella figura 6 si riporta la rappresentazione planimetrica del rilievo eseguito con l'indicazione delle 70 sezioni tracciate ai fini della comparazione con quelle previste in progetto.

L'analisi delle sezioni della scogliera rilevate, poste a confronto, appunto, con quelle di progetto, evidenzia, nella quasi totalità dei casi, l'assenza dello strato foraneo in scogli da 7 t a 10 t, cosiddetto "sacrificale", sostanzialmente per tutto il fronte verso mare; in corrispondenza di alcune sezioni della scogliera, si rileva una posizione delle quote del coronamento del nucleo, originariamente previsto in massi del peso da 10 t a 15 t, più elevata rispetto a quella di progetto, mentre in altre si palesano, viceversa, abbassamenti, del medesimo coronamento, dell'ordine di circa un metro e, quindi pari a quasi il 25% dell'intera altezza dell'opera: a titolo esemplificativo si riporta (Figg. da 7 a 10) la sovrapposizione fra le due sezioni, quella di progetto e quella effettivamente rilevata, per quattro casi ritenuti particolarmente significativi, circondati in rosso nella planimetria di figura 6.

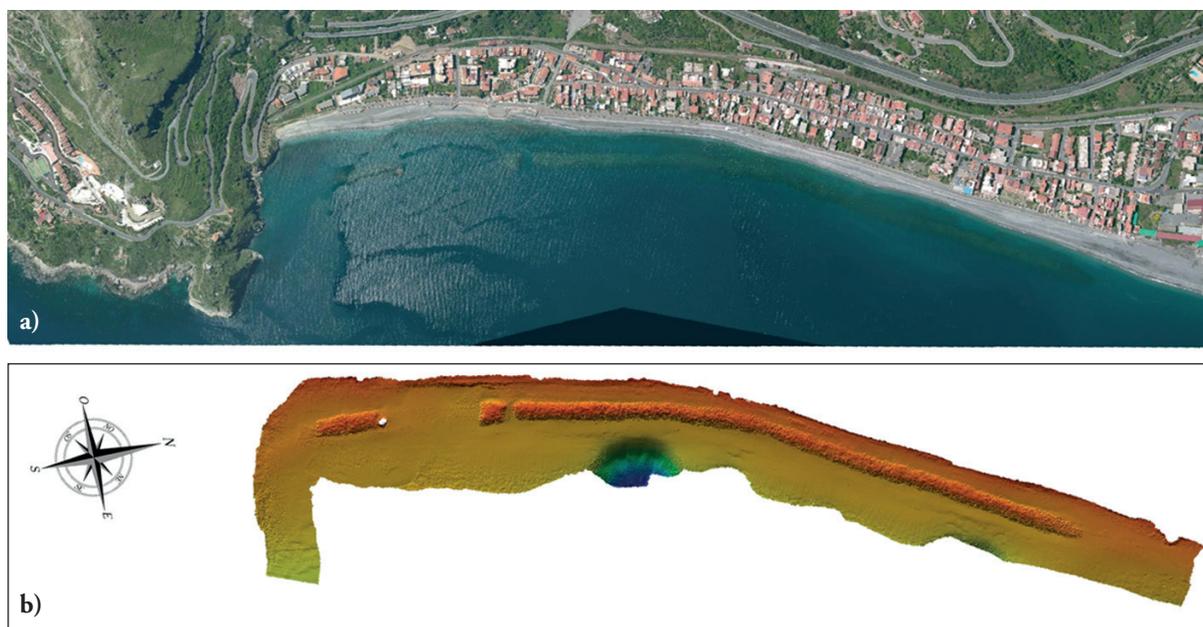


Figura 5. Tratto di litorale interessato dall'intervento di protezione costiera. a) Foto aerea. b) Restituzione grafica del rilievo multibeam.

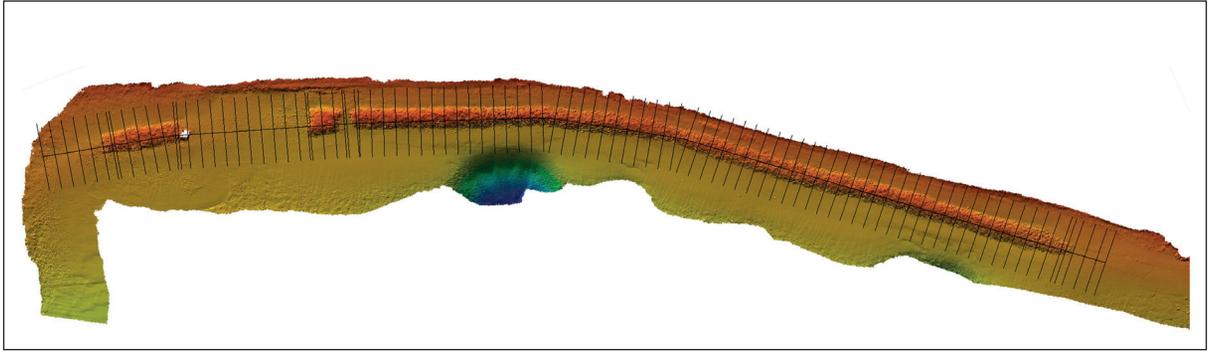


Figura 6. Planimetria dell'area indagata con l'indicazione delle sezioni tracciate.

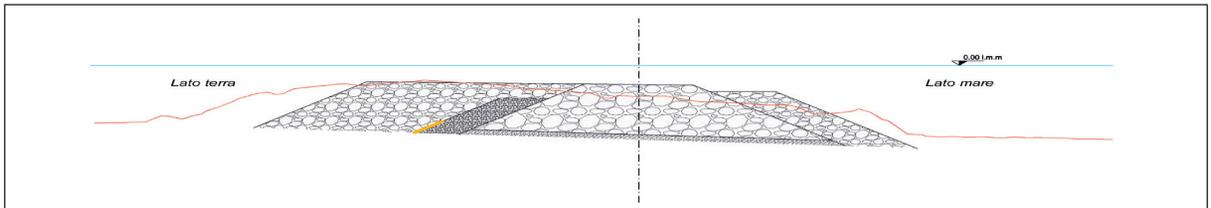


Figura 7. Sezione "tipo 1" della scogliera - Sovrapposizione della sezione di progetto con la sezione di rilievo n. 7

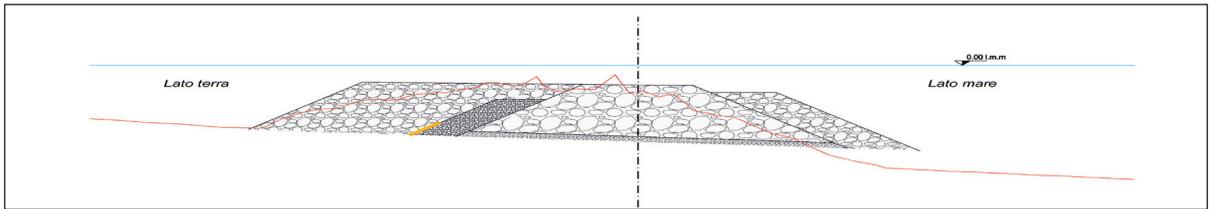


Figura 8. Sezione "tipo 2" della scogliera - Sovrapposizione della sezione di progetto con la sezione di rilievo n. 40.

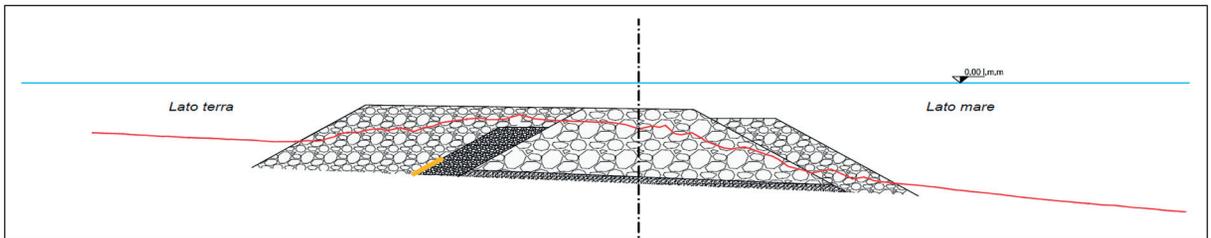


Figura 9. Sezione "tipo 3" della scogliera - Sovrapposizione della sezione di progetto con la sezione di rilievo n. 55.

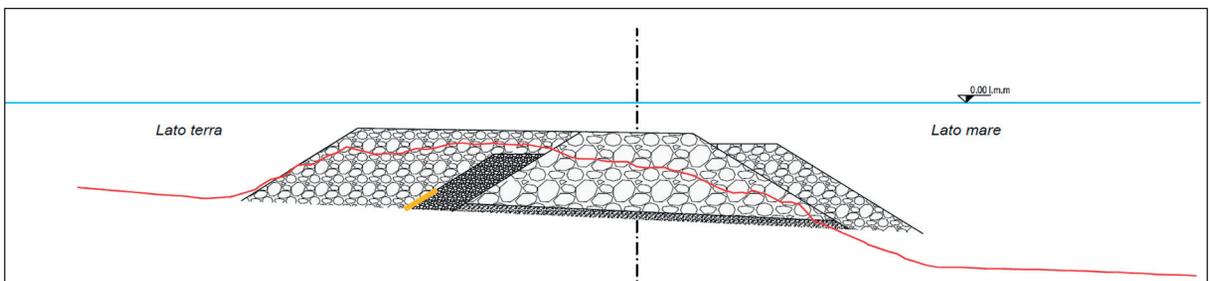


Figura 10. Sezione "tipo 4" della scogliera - Sovrapposizione della sezione di progetto con la sezione di rilievo n. 82.

### Considerazioni riassuntive e conclusive

L'analisi delle sezioni trasversali ha evidenziato vistosi fenomeni di dislocazione dei blocchi che formano lo strato foraneo "sacrificale", in scogli da 7 t a 10 t; per la verità, i rilievi condotti sulle opere, hanno mostrato che, almeno per talune sezioni, la scogliera "sacrificale" manca per intero, in sintesi: la scogliera "sacrificale" si è di fatto completamente sacrificata, sotto l'azione delle onde che hanno attaccato l'opera durante la sua breve vita. Più in dettaglio, si è riscontrato, contrariamente alle previsioni progettuali, oltre al cennato spostamento molto vistoso, talvolta totale, non solo degli scogli da 7 t a 10 t, la cui dislocazione era prevista, seppure in misura molto ridotta, ma anche di alcuni degli scogli da 10 t a 15 t che, invece, avrebbero dovuto risultare sostanzialmente stabili sotto l'attacco di mareggiate di intensità pari, come si vedrà dappresso, a quelle realmente verificatesi.

Per altro, a fronte di generalizzati cospicui cedimenti del corpo dell'opera, il cui nucleo, come detto, è in massi da 10 t a 15 t, si sono, di contro, riscontrati, rispetto alle quote originariamente previste in progetto, alcuni diffusi e sensibili innalzamenti relativi allo stesso coronamento; pertanto, sotto l'azione del moto ondoso incidente effettivamente accertato, si è avuto, non solo il rotolamento al piede degli scogli, cosiddetti "sacrificali", ma anche il loro spostamento sulla cresta della scogliera o, addirittura, a tergo dell'opera stessa. Sotto questo specifico aspetto, proprio le prove su modello avevano sancito, con riguardo alle più severe condizioni di attacco del moto ondoso, corrispondenti, come detto, a un tempo di ritorno pari a cinquanta anni, che "nel prototipo le unità asportate si disporranno nella sabbia immediatamente al piede della struttura". Ulteriormente precisano che, allorché l'attacco è dovuto ad onde con tempo di ritorno decennale, le quali, per le cose che seguono, particolarmente interessano, solo "un piccolo numero (2÷3) di massi da 7 t a 10 t al piede sacrificale viene spostato verso terra e si è fermato sulla soglia di massi da 10 t a 15 t"; in particolare, le conclusioni delle stesse prove, affermavano, come dianzi ricordato, che "durante le mareggiate con tempo di ritorno di 10 anni, la maggioranza dei movimenti si è osservata verso mare sulla scarpata di massi con 7-10 t ... ommissis .... una sovrastima può essere data pari a 5.5% ed al 8.7% di massi ... ommissis ... i massi principali da 10÷15 t sono risultati stabili con l'1÷3% di estrazioni alla fine del test".

Alla luce di quanto sopra, si può asserire fin d'ora che le verifiche condotte sul prototipo sono risultate conformi alle indicazioni tratte dalle prove su modello solo per ciò che concerne lo spostamento sul coronamento dell'opera di alcuni dei blocchi dal paramento "sacrificale", ma hanno evidenziato un'alterazione ben più profonda per quanto riguarda l'asportazione della stessa "sacrificale".

E' doveroso riconoscere che si tratta, nella fattispecie, di progettazione ispirata da una ambizione molto avanzata, perchè proiettata non semplicemente, come tuttavia è frequente, solamente su tradizionali e consolidati procedimenti di verifica, per di più condotti tramite il ricorso a modelli matematici sofisticati, ma finanche a specifiche prove su modello fisico, notoriamente rare, perchè lunghe ed onerose, ma, comunque, tali da pervenire ad un risultato progettuale ottimale; infatti, in pieno accordo con quanto raccomandato da Boccotti (1997), e cioè che "la verifica di tali strutture è dunque affidata in modo determinante alle prove su modello in scala ridotta", il travaglio progettuale assunto per affrontare il caso particolare si profila come esemplare. La ricerca dell'origine dei dissesti deve, di conseguenza, essere estesa oltre, facendo riferimento, quindi, all'intero processo adottato per pervenire al risultato ultimo e pregnante di ottenere una scogliera adeguatamente stabile nei confronti dall'attacco da parte del moto ondoso.

A tale riguardo giova attingere ai principali manuali di progettazione, come, a solo titolo esemplificativo Matteotti (2004), Ministero dei Lavori Pubblici (1996), Tsinker (1997), che indicano sette possibili tipologie di dissesti diversi, ciascuna a sua volta ulteriormente suddivisa in sottoclassi: quella che si addice al caso qui esaminato si individua nella dizione "1° - dislocazione degli elementi"; ma è il Benassai (2008) che, in particolare, precisa come le cause di dissesto siano da ricercare o in errori di progettazione, o nel superamento del carico di progetto, o nel comportamento non previsto allo stato attuale delle conoscenze, o in difetti di costruzione ed, inoltre, che "già in fase progettuale viene indicata una percentuale di danno ammissibile per effetto del moto ondoso, variabile dal 2 all'8 %".

Volendo seguire la progressione di cause indicata dal Benassai, non è facile ricondurre le cause del dissesto riscontrato a carenze nella fase progettuale, se non per ciò che concerne gli abbassamenti rilevati sul coronamento dell'opera; infatti, questi, individuati come dissesti "2° - perdita del materiale più fine" secondo la dianzi ricordata classificazione, sono dovuti proprio alla migrazione verso l'esterno del pietrame posto al di sotto degli scogli da 10 t a 15 t. Il materiale di base, stante le sue piccole dimensioni, è facilmente transitato

attraverso i vistosi vuoti dovuti alla notevole porosità dei blocchi sovrastanti, causando il riscontrato abbassamento complessivo della scogliera: più opportuno sarebbe stato, sotto questo profilo, accogliere l'indicazione del consulente geotecnico di "poggiare direttamente sui terreni di fondazione" l'opera in argomento. Un'ulteriore trasmigrazione secondaria potrebbe essere riconosciuta con riguardo alla frazione più minuta degli scogli di prima categoria posti sul paramento interno del nucleo.

Tuttavia, la previsione progettuale che una componente dell'opera, lo strato "sacrificale", fosse destinata a perdersi non si è rivelata, in ogni caso, una scelta fortunata, in relazione al suo rapido collasso; ben diverso sorte, ovviamente, si sarebbe avuta, se, come per altro è di consolidato uso corrente nella progettazione di opere a gettata, si fosse disegnata una forma che avesse collocato in posizione foranea, dove maggiore è l'energia dell'onda, la componente più robusta, e solo in una zona arretrata, lì dove risulta già dissipata una frazione notevole dell'energia connessa al moto ondoso, avesse posto i blocchi di minore dimensione. Il progetto, per altro, non chiarisce i motivi in forza dei quali sia stata pensata una struttura nella quale i blocchi più pesanti, da 10 t a 15 t, non siano stati estesi fino ad offrirsi all'attacco delle onde; la scelta di una strato "sacrificale" sarebbe stata ragionevolmente accettabile solo a seguito del positivo riscontro di un processo di ottimizzazione dell'opera che assumesse, da una parte, i costi di investimento e, dall'altra quelli di manutenzione, con la valutazione degli intervalli temporali dei relativi interventi, nella fattispecie in vero rivelatisi assolutamente esigui.

Per quanto concerne la stabilità degli scogli pensati in progetto, si rileva che l'applicazione della nota formula di Van der Meer, riportata per sola comodità espositiva al paragrafo 2, è stata condotta assumendo valori del grado di danneggiamento di gran lunga maggiori rispetto a quelli usualmente utilizzati; per tenere conto della circostanza che nel caso particolare si tratta di opere soffolte, il progettista dimezza i valori dei pesi ai quali perviene, con ciò ritenendo di avere, di fatto, operato come se avesse, viceversa, assunto un grado di danneggiamento pari alla metà del valore effettivamente introdotto nel calcolo: ma, in vero, fra le due quantità, peso dei massi e grado di danneggiamento, non intercorre una relazione di tipo lineare. In ogni caso, pur volendo presumere che a pesi pari alla metà possano corrispondere valori del grado di danneggiamento dimezzati, questi starebbero ad indicare condizioni di danno intermedio e non incipiente; comunque le prove su modello, coprono ogni esito di ogni calcolazione condotta a tavolino.

Infatti, anche le semplici valutazioni tratte, sia dal noto parametro di Iribarren, sia dal conosciuto parametro di stabilità, mostrano, per il caso in esame, esiti molto lontani da quelli atti a suscitare il timore che possano essere attesi dissesti nella scogliera: l'opera progettata, infatti, risponde bene a tutti i più diffusi criteri idonei a prevederne l'affidabilità (Milano, 2008). In via sintetica, si ribadisce che i sommovimenti descritti nelle prove su modello sono, per onde con tempo di ritorno decennale, sostanzialmente riconducibili a quelle alterazioni che Iribarren definisce come "inizio delle avarie", e quindi di confortante sicurezza; mentre quanto riscontrato in pratica travalica i limiti della "stabilità parziale", individuati in esito alle prove per onde con tempo di ritorno pari a 50 anni, per assumere, di converso, i caratteri della "rottura totale".

Passando ad esaminare le circostanze di fatto riscontrabili con riguardo alla seconda causa individuata dal Benassai, preliminarmente si ricorda, dal paragrafo 2, che in sede di calcolo è stata assunta come onda di progetto quella sottocosta avente altezza pari a 6.48 m, periodo di 11.18 sec e direzione di provenienza, ancora sottocosta, di circa 112° N, associata ad un tempo di ritorno pari a 50 anni; occorre, altresì, ribadire che nel corso delle stesse prove è stata riprodotta anche un'altezza d'onda pari a 4,78 m, sempre sottocosta, quest'ultima associata ad un tempo di ritorno di 10 anni.

Pertanto, constatate le alterazioni riscontrate sull'opera, si è proceduto a verificare se nel periodo tra l'ultimazione delle opere, il 2007, e l'anno del rilievo, cioè il 2014, si fossero verificate effettivamente mareggiate associate ad un tempo di ritorno maggiore di 50 anni: la risposta è negativa. Infatti, l'analisi dei massimi annuali delle altezze d'onda registrate dalla boa di Catania (Tab. 5) mostra che nell'arco temporale esaminato, non si osservano mareggiate associate a tempi di ritorno pari a 50 anni. Un'onda con altezza pari a 6,07 m, si è riscontrata il 29 ottobre 2012, con tempo di ritorno pari a circa 10 anni. A corroborare i risultati dell'indagine probabilistica condotta si riferisce, altresì che un valore di altezza d'onda di 6,20 m è stata registrata dalla boa di Catania il 28 febbraio 1996: quindi, in un ventennio di osservazioni si sono rilevate due onde con tempo di ritorno decennale.

L'analisi condotta a partire dai dati rilevati dalla boa ondometrica di Catania del Servizio RON induce ad escludere il superamento delle condizioni poste a base del progetto; né, con riguardo alla terza causa indi-

viduata dallo stesso Benassai, sembra che vi siano tali progressi nello stato delle conoscenze da pregiudicare l'approccio relativo al processo di dimensionamento messo in essere.

In merito ai dissesti verificatisi può escludersi che si tratti di danni strutturali, ma riconducibili a mancata stabilità idraulica, stante che il constatato dislocamento degli scogli potrebbe, in ultima analisi, non escludere la formulazione di una ben fondata ipotesi dubitativa circa il loro peso effettivo all'atto della posa in opera.

Allora ben venga per casi analoghi a quello qui esposto, nei quali "assumono una grande rilevanza l'aspetto estetico e le modalità di inserimento nel paesaggio", l'indicazione formulata da Aminti (1999) di applicare una miscelanza di tetrapodi e scogli, nella misura del 20% - 25%, con ciò ottenendo "una stabilità dell'opera superiore o, nelle condizioni di prova più gravose, uguale a quella della struttura realizzata in soli tetrapodi ... ma la mantellata ha un impatto visivo molto simile ad una struttura in massi naturali": e se ciò è vero per un'opera emergente, a maggior ragione vale per una scogliera soffolta.

Sembra, in ultima analisi, di potere concludere che in tutti quei casi, come in quello ora qui esaminato, nei quali le procedure messe in essere pongono alee ardue e rischiose nella valutazione del peso di ogni singolo scoglio (Viola, 2016), condizione, in vero, alquanto diffusa con i tradizionali processi di pesatura dei blocchi di cava, una prudente ed assennata previsione progettuale che, guardando avanti anche alla fase realizzativa, si ponga l'obiettivo di risolvere alla base le problematiche poste dalla precennata incognita, debba assumere l'esito al quale perviene la ricerca condotta da Aminti, prevedendo *ex tunc* l'inserimento di massi artificiali, e quindi di peso certo, nella formazione delle opere a gettata per la difesa dal moto ondoso, il che, per altro, riduce l'impatto paesistico sul territorio per la contrazione dei materiali estratti da cava.

## Bibliografia

- Aminti P., 1999. *Indagine sperimentale sulla stabilità di una mantellata in tetrapodi e massi artificiali*, Giornate Italiane di Ingegneria Costiera - IV Edizione, Sessione D1.
- Benassai E., 2008. *Le dighe marittime*, Liguori Editore.
- Boccotti P., 1997. *Idraulica marittima*, UTET.
- Dean R.G., Chen R., Browder A.E., 1997. *Full scale monitoring study of a submerged breakwater*, Palm Beach, Florida, USA, Coastal Engineering, 29: 291-315.
- Hur D-S., Mizutani N., 2003. *Numerical estimation of the wave forces acting on a three-dimensional body on submerged breakwater*, Coastal Engineering, 47: 329-345.
- Iribarren C.R., 1965. *Formula para el calculo de los diques de escolleras naturales o artificiales*, Revista de Obras-Publicas, num. 3005: 739-750, Madrid
- Johnson H.K., Karambas T.V., Avgeris I., Zanuttigh B., Gonzalez-Marco D., Caceres I., 2005. *Modelling of waves and currents around submerged breakwaters*, Coastal Engineering, 52: 949-969. DOI: 10.1016/j.coastaleng.2005.09.011.
- Karmakar D., Guedes Soares C., 2014. *Wave transformation due to multiple bottom-standing porous barriers*, Ocean Engineering, 80: 50-63. DOI: 10.1016/j.oceaneng.2014.01.012.
- Mase H., Sakamoto M., Sakai T., 1995. *Neural network for stability analysis of rubble-mound breakwaters*, Journal of waterway, port, coastal, and ocean engineering, 121: 294-299.
- Matteotti G., 2004. *Lineamenti di costruzioni marittime*, Servizi Grafici Editoriali, 3a edizione.
- Milano V., 2008. *Idraulica marittima*, Maggioli Editore.
- Ministero dei Lavori Pubblici, 1996. *Istruzioni tecniche per la progettazione delle dighe marittime*, GNDCl.
- Pilarczyk K.W., 2003. *Design of low-crested (submerged) structures: An overview*, Copedec.
- Ranasinghe R., Turner I.L., 2006. *Shoreline response to submerged structures: A review*, Coastal Engineering, 53: 65-79. DOI: 10.1016/j.coastaleng.2005.08.003.
- Sharifahmadian A., Simons R.R., 2014. *A 3D numerical model of nearshore wave field behind submerged breakwaters*, Coastal Engineering, 83: 190-204. DOI: 10.1016/j.coastaleng.2013.10.016.
- Sumer B.M., Whitehouse R.J.S., Tørum A., 2001. *Scour around coastal structures: A summary of recent research*, Coastal Engineering, 44: 153-190. DOI: 10.1016/s0378-3839(01)00024-2.
- Tomasicchio U., 2015. *Manuale di Ingegneria Portuale e Costiera*, Hoepli.
- Tsinker G., 1997. *Handbook of Port and Harbor Engineering*, Springer Science Business Media.
- Van der Meer J.W., Briganti R., Zanuttigh B., Wang B., 2005. *Wave transmission and reflection at low-crested structures: Design formulae, oblique wave attack and spectral change*, Coastal Engineering, 52: 915-929.

- Van der Meer JW, Pilarczyk KW., 1990. *Stability of low-crested and reef breakwaters*, Coastal Engineering Proceedings, 1.
- Vidal C., Losada M., Medina R., Mansard E., Gomez-Pina G., 1992. *A universal analysis for the stability of both lowcrested and submerged breakwaters*, Coastal Engineering Proceedings, 1.
- Viola F., Favara V., Mallandrino G.A., 2016. *Distribuzione di probabilità del peso dei massi naturali di una scogliera sommersa in opera*, Atti del XXXV Convegno Nazionale di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Bologna.

**Ricevuto il 21/06/2016; accettato il 15/12/2016**

## La percezione dell'impatto dell'erosione costiera da parte degli esercenti del litorale compreso tra la foce del F. Magra e Marina di Carrara

Massimo Perna<sup>1</sup>, Carlo Brandini<sup>1</sup>, Luigi Cipriani<sup>3</sup>, Valentina Grasso<sup>1</sup>, Irene Mammi<sup>2</sup>,  
Filippo Pelliccia<sup>2</sup>, Enzo Pranzini<sup>2</sup>, Giovanni Vitale<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Consorzio LaMMA, Via Madonna del Piano 10, 50019 Sesto Fiorentino (FI) / CNR IBIMET, Via Caproni 8, 50145 Firenze

<sup>2</sup>Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Firenze, Via Micheli 6, 50121 Firenze

<sup>3</sup>Regione Toscana - Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile, Via di Novoli 26, 50127 Firenze

### Riassunto

L'indagine su "Quanto è importante la spiaggia?" è stata realizzata, in collaborazione tra Regione Toscana, Consorzio LaMMA e Università degli Studi di Firenze-DST, nel tratto interregionale compreso nei comuni di Sarzana, Ameglia e Carrara. L'indagine è stata svolta nell'ambito del progetto CAMP Italy come azione di partecipazione/formazione degli *stakeholders* locali, ed ha avuto come obiettivo principale quello di valutare la percezione dell'importanza dei fenomeni erosivi delle spiagge in relazione alla propria attività da parte di esercenti siti fino a 2 km dalla costa.

Tale estensione dell'area di indagine ha consentito di intervistare, oltre ad esercenti di varie categorie direttamente interessate a questi temi, come stabilimenti balneari, hotel, ristoranti, anche esercizi commerciali di vario genere (alimentari, estetisti, parrucchieri, benzinai, ecc.) che normalmente non vengono inclusi tra i "portatori di interesse" sui temi di erosione costiera.

Il questionario, articolato su 11 domande, ha consentito di verificare un notevole grado di coinvolgimento e di consapevolezza della popolazione sulle tematiche trattate, assieme ad un interesse e, in certi casi a un desiderio di partecipazione delle scelte relative alla gestione della costa. Il coinvolgimento, quali portatori di interesse, anche di attività poste in aree dell'entroterra prossimali alla costa potrebbe dimostrarsi interessante e quindi la tendenza qui registrata potrebbe essere testata e verificata anche in altre aree morfologicamente diverse (ad esempio in presenza di una pianura costiera più ampia).

**Parole chiave:** GIZC, erosione costiera, valore della costa

### Abstract

*The survey "How important is the beach?" was assessed, in partnership between the Region of Tuscany, LaMMA Consortium and University of Florence-DST along the stretch of coast between the mouth of the Magra River (Liguria) and the Marina di Carrara harbor (Tuscany). The survey was carried out within the CAMP Italy project activities as participation/training of local stakeholders. The main objective was to evaluate the perception of the importance of the beach erosion in relation to their activities by economic operators located up to 2 km from the coast.*

*This extension of the study area allowed to interview, both operators of various sectors directly involved in these issues, such as beach resorts, hotels, restaurants and different commercial activities (food, beauticians, hairdressers, petrol stations, etc.) that are not normally included among the "stakeholders" on coastal erosion issues. The survey, structured in 11 questions, made it possible to experience a high degree of involvement and awareness of the population on the subjects covered, together with an interest and, in certain cases, a desire to participate in decisions relating to the coastal management.*

*The involvement, as stakeholders, of activity placed in inland areas proximal to the coast could be very interesting and the trend recorded here could be tested and also verified in morphologically different areas (for example in the presence of a wider coastal plain).*

**Keywords:** ICZM, coastal erosion, beach value

## **Introduzione**

L'indagine intende valutare la sensibilità al tema dell'erosione dei litorali da parte degli esercenti di attività commerciali che operano nella fascia costiera, nonché la loro valutazione dell'importanza che la spiaggia ha per lo svolgimento della propria attività.

In letteratura sono riportate numerose indagini simili: Simeoni et al. (2016) hanno valutato la percezione turistica delle spiagge nel 2015 in 11 Regioni italiane e, nello specifico, in 35 diverse località balneari. Nell'ambito dell'iniziativa MEDCOAST (Cipriani et al, 2003; Cipriani e Pranzini, 2009) le analisi sulla mitigazione dei conflitti nell'ambito della fascia litoranea che comprende quella del presente lavoro, nonché nell'area di Marina di Massa, hanno mostrato come una pianificazione che tenga conto di specifici bisogni dei portatori di interesse consenta di adottare strategie di difesa costiera atte a ridurre le possibili ricadute negative sulle comunità delle aree circostanti. Altrove (ad es. Dahm, 2003) è stata indagata da diverse prospettive la percezione e l'importanza attribuita al fenomeno dell'erosione costiera da parte degli utenti finali (turisti). In altri casi ancora (Koutrakis et al., 2010) nell'ottica di acquisire informazioni su aspetti di *governance* costiera e di gestione integrata (ICZM o GIZC) si è provveduto a valutare il grado di percezione del fenomeno dell'erosione costiera nei portatori di interesse istituzionali locali e nazionali.

Nella maggior parte dei casi si tratta comunque di indagini condotte su enti, associazioni o soggetti individuali direttamente coinvolti in attività turistiche, di gestione o anche di *governance* delle zone costiere.

Per la presente indagine, a partire dalla definizione di area costiera fornita dal protocollo ICZM (art. 2 punto e): *l'area geomorfologica situata ai due lati della spiaggia, in cui l'interazione tra la componente marina e quella terrestre si manifesta in forma di sistemi ecologici e di risorse complessi costituiti da componenti biotiche e abiotiche che coesistono e interagiscono con le comunità antropiche e le relative attività socioeconomiche*; si è voluto porre l'attenzione non solo sugli esercenti pubblici prospicienti la spiaggia e direttamente legati al turismo balneare (stabilimenti balneari, hotel, ristoranti, ecc.), ma anche su quelli non strettamente o direttamente legati ad esso (ad es. negozi di abbigliamento, tabaccai, benzinai, alimentari, ecc.).

Inoltre, dato che il tratto considerato è stato oggetto nel tempo di numerosi interventi di difesa costiera, si è voluto anche valutare se da parte dei fruitori vi fosse una effettiva conoscenza delle attività svolte a salvaguardia delle spiagge e se queste fossero considerate efficaci o meno.

In altre aree della Toscana (Follonica, Marina di Cecina, Marina di Pietrasanta) sono state già condotte indagini simili (Lami et al., in corso di stampa), con interviste eseguite direttamente sulla spiaggia e rivolte però ai soli bagnanti con l'obiettivo di valutare la loro percezione del problema dell'erosione costiera.

## **Area di studio**

### ***Crescita ed erosione della spiaggia***

Dopo secoli di progradazione, dalla metà dell'800 le spiagge più prossime alla foce del Magra cominciarono ad arretrare, processo che è andato poi ad interessare settori costieri sempre più ampi. Nel 1920, quando iniziò la costruzione del porto di Marina di Carrara, l'erosione era quasi arrivata in questa località, e la diga di soprafflutto del porto andò a costituire un ostacolo al flusso litoraneo, salvando quindi la spiaggia di Marina di Carrara, ed anzi facendola crescere di circa 300 m (Fig. 1). Ovviamente il litorale posto sottoflutto subì un'erosione assai più forte di quanto non lo sarebbe stata senza il porto, tanto che già nel 1930 si rese necessaria la costruzione di una difesa alla strada litoranea (Albani, 1940), strada che venne successivamente abbandonata. Oggi, nei 6 km posti a sud dell'area portuale ogni kilometro di costa è difeso da 1,9 km di scogliere.



Figura 1. Evoluzione della linea di riva nell'area di indagine dal 1878 al 2010.

Il tratto di costa oggetto dello studio subì quindi un'evoluzione differenziale, con il settore settentrionale, corrispondente circa al tratto ligure, in erosione, e quello meridionale, toscano, in accrescimento. La prima difesa costiera appare sulla carta I.G.M. del 1920, ed è costituita da una scogliera quasi parallela posta al largo di Marinella di Sarzana, a difesa del punto in cui la strada che viene da Sarzana gira per scendere verso sud.

Successivamente, nel 1931, venne costruito il pennello di foce in sponda sinistra del F. Magra al fine di ridurre l'insabbiamento della bocca fluviale, sia per favorire il deflusso idrico sia per garantire l'accesso delle imbarcazioni all'asta terminale del fiume.

Ciò incrementò il processo erosivo sulla spiaggia di Fiumaretta, dove negli anni '70 furono realizzate sette piattaforme isola, poi collegate a terra con dei pennelli. Altre scogliere, emerse e sommerse, appesantiscono il litorale di Fiumaretta negli anni successivi e, dagli anni '90 si spingono anche su quello di Marinella di Sarzana, dove, a più riprese, vengono realizzati 8 pennelli, alcuni con prolungamento sommerso.

La stabilizzazione del tratto ligure, in concomitanza con i ridotti apporti sedimentari del F. Magra, determinò la fine della crescita della spiaggia di Marina di Carrara e, negli ultimi anni, anche alcuni fenomeni erosivi, tanto che questo litorale venne incluso nel *Piano Regionale di gestione integrata della costa ai fini del riassetto idrogeologico* della Regione Toscana nel 2001 e che portò alla realizzazione, da parte del Comune di Carrara, di un intervento di stabilizzazione con ripascimento artificiale, modifica delle scogliere alla foce della Fossa Maestra e costruzione di un setto sommerso a T in geo-contenitori.

Recentemente sono stati effettuati dragaggi nell'asta terminale del F. Magra e i materiali di risulta, sabbia e ghiaia, sono stati utilizzati per il ripascimento delle spiagge poste a sud della foce.

Negli ultimi 11 anni (2005 – 2016) il tratto settentrionale di questo litorale ha subito un modesto processo di progradazione, accentrato a sud del pennello di foce (anche a seguito delle modifiche ad esso apportate e per i refluentanti di sabbia degli ultimi anni); ma questa progradazione sfuma procedendo verso sud, per annullarsi al confine regionale (Fig. 2, pag. succ.). Il tratto toscano mostra, al contrario, un modesto accumulo, certamente dovuto ai ripascimenti artificiali fatti nell'ambito del progetto di riequilibrio realizzato dal Comune di Carrara.

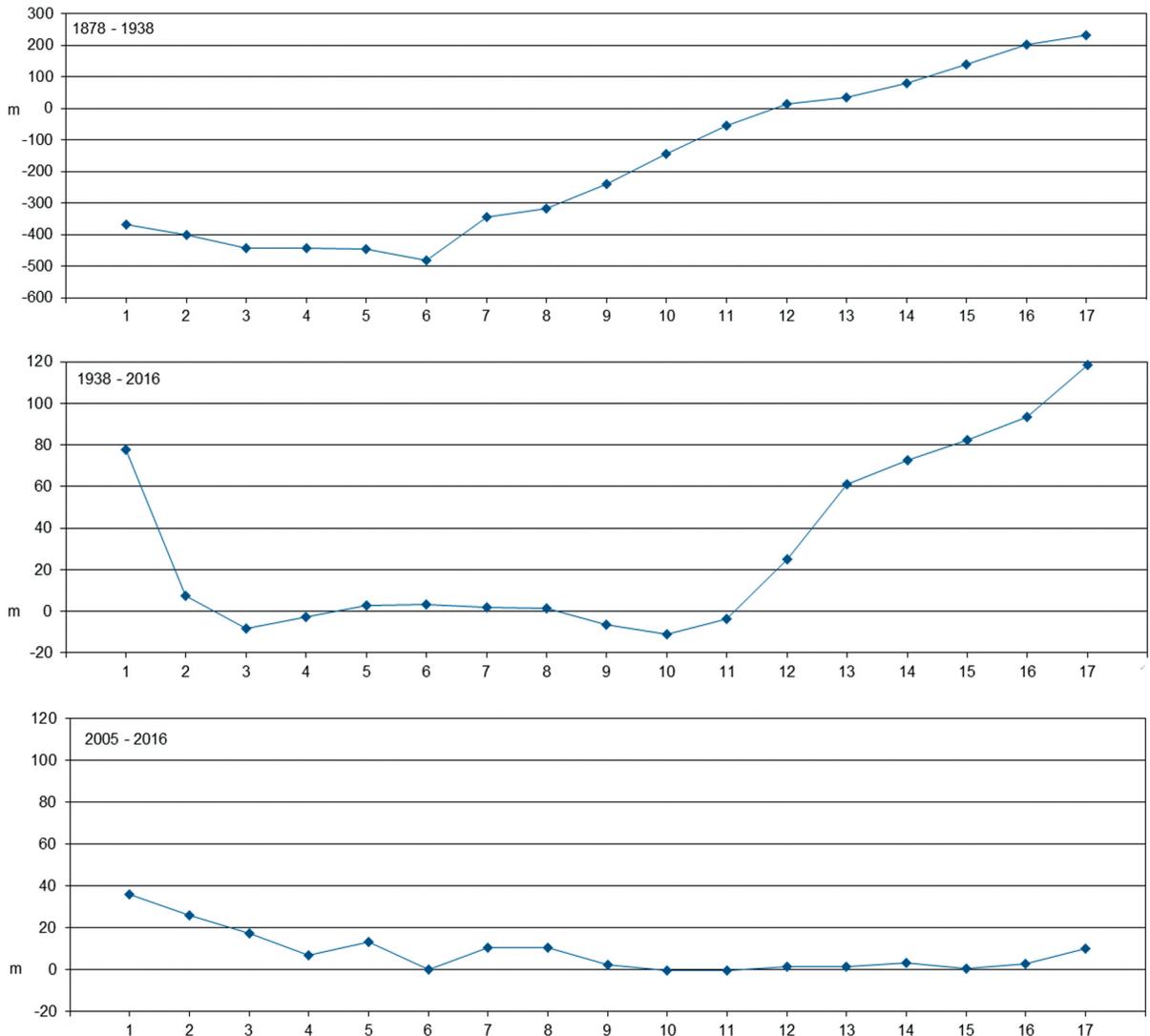


Figura 2. Spostamento medio della linea di riva nei vari settori fra il 1878 ed il 1938 (in alto), fra il 1938 e il 2016 (al centro) e fra il 2005 e il 2016 (in basso). Scala verticale dei grafici non uniforme.

### *Lo sviluppo insediativo e le attività economiche*

I 4 km del litorale compreso fra la foce del Fiume Magra ed il porto di Marina di Carrara costituiscono il settore settentrionale dell'unità fisiografica che, per 65 km, si estende da Bocca di Magra a Livorno. La

fascia costiera si è formata negli ultimi 6000 anni, quando, stabilizzatosi il livello del mare dopo la risalita Versiliana (Mazzanti, 2000), i sedimenti portati a mare dal Magra e dai corsi d'acqua minori che scendono dalle Alpi Apuane si sono distribuiti lungo riva grazie al trasporto sedimentario qui diretto verso sud (Aiello et al., 1976; Anfuso et al., 2011). La presenza di numerosi stagni costieri, e quindi l'endemismo della malaria, e i pericoli costituiti da pirati e saraceni, hanno tenuto le popolazioni lontane dalla costa, tanto che i centri maggiori, Sarzana, Carrara e Massa, distano dal mare non meno di 5 km.

Una volta debellata la malaria e stabilita una relativa sicurezza militare, l'urbanizzazione si sviluppò prevalentemente lungo le vie di comunicazione, la Via Aurelia e la Ferrovia, anch'esse lontane dal mare.

L'unico insediamento costiero di una qualche consistenza era alla radice del pontile di Carrara, che già nel 18° secolo costituiva il punto di partenza dei carichi che portavano il marmo in giro per il mondo.

Vari progetti di realizzazione di porti trovarono le difficoltà di una costa in continua progradazione, con evidenti problemi d'insabbiamento di qualsiasi ricovero.

Lo sviluppo socio economico del litorale lo si deve all'industria turistica che, già alla fine dell'800, aveva trovato in questo tratto condizioni eccezionali, sia per la posizione strategica rispetto alle vie di comunicazione, che per la vicinanza delle Alpi Apuane, che offrono non solo prospettive paesaggistiche di rara bellezza, ma anche diversificazioni delle opportunità ricreative.

La spiaggia divenne quindi il volano per lo sviluppo di questa fascia costiera, proprio nel momento in cui gli interventi sul Fiume Magra, prevalentemente le estrazioni in alveo, e sul suo bacino idrografico, l'abbandono dell'agricoltura e la difesa dal dissesto idrogeologico, portavano ad una drastica riduzione del suo apporto sedimentario alla costa. Oggi, questa fascia costiera presenta una densità insediativa piuttosto differenziata, con un unico centro che possa definirsi urbano (Marina di Carrara), insediamenti minori con forte influenza stagionale nelle presenze (Marinella di Sarzana e Fiumaretta), e aree prevalentemente agricole o con piccole zone artigianali a bassa densità abitativa. Dal punto di vista economico l'area è tutt'ora soggetta a quella recessione registrata a livello nazionale fin dal 2008. Dal 2010 il tessuto industriale della Provincia di Massa Carrara nel suo complesso ha perso 120 unità produttive (ISR - CCIAA Carrara, 2016).

I comparti che hanno subito i maggiori recessi sono quello lapideo, edilizio e quello commerciale. Per quanto riguarda l'industria turistica, essa ha rappresentato da sempre un motore non marginale di crescita dell'economia territoriale, contribuendo a formare circa l'8% del PIL locale e attivando un'occupazione pari a quasi 6.500 unità di lavoro (ISR - CCIAA Carrara, 2016). Dal 2000 si è registrata una significativa flessione nelle presenze turistiche e il progressivo passaggio dalla ricettività di carattere alberghiero a quella di tipo agriturismo e B&B o case vacanza, che ha contribuito a far diminuire di alcune centinaia i posti letto disponibili nell'area. Ciò è stato accompagnato da una contrazione degli investimenti in questo settore.

## Obiettivi e Metodi

La particolare conformazione geomorfologica dell'area in esame, ove a pochi chilometri nell'entroterra si ergono le Alpi Apuane, ha indotto a limitare l'indagine agli esercenti che operano entro una fascia costiera di soli 2 km, escludendo le aree più interne, le cui attività economiche risentono della presenza delle montagne, celebri per le storiche attività estrattive, oltre che per il valore turistico dei paesaggi compresi nel Parco regionale. L'indagine è stata condotta tenendo presenti due principali obiettivi:

- Da un lato si è voluto concentrare l'attenzione sugli esercenti operanti nel territorio, al fine di valutare per ciascuna tipologia di attività la percezione del fenomeno dell'erosione e dell'impatto che esso può avere sulla propria attività.
- Dall'altro, estendendo l'indagine ad esercenti distanti fino a 2 km dal mare, si sono volute includere categorie di operatori normalmente non considerate in analisi di questo tipo, per valutare quanto esse siano sensibili al problema dell'erosione costiera e quanto pensino che la spiaggia abbia anche per loro un valore economico.

Si è provveduto a concepire un questionario piuttosto semplice e breve, che l'intervistato avesse la possibilità di completare in poco tempo, considerato che le interviste sono state condotte direttamente nei luoghi di lavoro.

Esso contiene 11 domande suddivise in 3 sezioni (Tav. 1):

1. Informazioni generali.
2. Percezione dei fenomeni di erosione costiera.
3. Percezione degli effetti dell'erosione costiera sulla propria attività economica.

Le interviste sono state condotte nel Giugno 2016 e hanno coinvolto 180 esercenti dell'area. I tempi di completamento del singolo questionario hanno raramente superato i 5 minuti, tranne alcuni casi in cui è stata necessaria una più approfondita spiegazione delle domande, oppure quando l'interesse dell'intervistato ha stimolato un approfondimento degli argomenti.

A questo proposito va detto che il questionario si inserisce in una serie di attività svolte nell'ambito del Progetto CAMP Italy che hanno avuto da un lato l'obiettivo di indagare e valutare l'interesse e la conoscenza delle problematiche legate alla costa da parte dei portatori di interesse, dall'altra di fornire anche delle opportune chiavi di lettura su problemi specifici come nel caso dell'erosione costiera (in un'ottica di *capacity building*).

La scelta di una somministrazione *faccia a faccia* rispetto ad altre tecniche (ad esempio all'auto somministrazione) consente di ottenere, tra l'altro (Caselli et al., 2005):

- il necessario grado di interattività,
- un tasso più elevato di risposta,
- il rispetto dell'ordine delle domande,
- la spontaneità nelle risposte.

A seguito di una prima giornata di test di somministrazione del questionario, che ha permesso di eseguire un *tuning* iniziale delle domande, al fine di ottimizzare la fase di analisi dei risultati, oltre ad alcune informazioni generali (genere, età dell'intervistato) si è inserita una serie di categorie di attività pre-codificate:

- |                                 |                            |                       |
|---------------------------------|----------------------------|-----------------------|
| - Agenzia Immobiliare           | - Abbigliamento            | - Alimentari          |
| - Attività commerciale generica | - Parrucchiere - estetista | - Attività ricreative |
| - Ristorazione                  | - Stabilimento balneare    | - Struttura ricettiva |

Nella sezione relativa all'erosione costiera si è chiesto di esprimere sia la percezione del fenomeno in termini di cause ed effetti, sia una valutazione dell'importanza del fenomeno stesso in termini generali. Inoltre, si è voluto indagare anche la valutazione attribuita all'efficacia delle opere di difesa realizzate nell'area.

Nell'ultima sezione del questionario si è chiesto di valutare l'importanza in termini economici della presenza di una spiaggia, sia essa completamente naturale o artificiale, nonché di formulare una valutazione dell'impatto che la sua assenza potrebbe avere sulle diverse tipologie di attività, inclusa la propria. Infine, si è chiesto di esprimere un parere sull'opportunità di far fronte in maniera condivisa ad un eventuale aumento dei costi necessari al mantenimento della spiaggia.

A conclusione dell'attività di indagine, il 06/10/2016, è stato realizzato un Workshop presso l'Autorità portuale di Marina di Carrara durante il quale sono stati presentati e discussi i risultati della ricerca. Al workshop hanno partecipato circa 20 rappresentanti delle organizzazioni di esercenti e degli Enti locali sia toscani che liguri, che hanno consentito di valutare la coerenza dei risultati con la realtà locale.

## Risultati

### *Campione intervistato*

Sono stati intervistati 180 esercenti di attività commerciali suddivisi nelle diverse categorie indicate in precedenza e in Figura 3. Tra le più rappresentate vi sono le attività commerciali generiche, dalle quali

**Tavola 1**  
**Questionario “Quanto conta la spiaggia?”**

- 1) Secondo te negli ultimi 10 anni la spiaggia è:  
*(cresciuta in ampiezza, diminuita in ampiezza, più o meno uguale, non saprei)*
- 2) Quanto ritieni importante il problema dell'arretramento della spiaggia?  
*(voto da 1 a 10)*
- 3) Da quali cause pensi sia prodotto?  
*Innalzamento del livello marino*  
*Costruzione opere di ritenuta fluviale (briglie, dighe, ecc.)*  
*Modifica delle correnti da parte di opere a mare (porti, scogliere)*  
*Cambiamento del regime delle mareggiate*  
*Escavazione in alvei fluviali*  
*Diminuzione delle attività agricole*  
*Antropizzazione dei litorali*
- 4) Su questo litorale sono stati eseguiti degli interventi a difesa della spiaggia. Ne sei a conoscenza?  
*(Sì, No)*
- 5) Se sì, quanto ritieni efficaci gli interventi eseguiti per la difesa della spiaggia?  
*(voto da 1 a 10)*
- 6) Per la tua attività economica, quanto è importante che la spiaggia sia mantenuta ampia tramite regolari ripascimenti? *(voto da 1 a 10)*
- 7) Come valuteresti il danno economico arrecato alla tua attività nel caso di completa erosione della spiaggia? *(nessuno, basso, medio, alto)*
- 8) Come valuteresti il danno economico arrecato alle seguenti categorie dalla completa erosione della spiaggia? *(nessuno, basso, medio, alto)*
- a. Struttura ricettiva (Alberghi, pensioni, case per vacanze in affitto, ecc.)*  
*b. Ristorazione (Ristoranti, pizzerie, bar, ecc.)*  
*c. Stabilimento balneare*  
*d. Agenzia immobiliare*  
*e. Attività ricreative (Discoteche, parchi giochi, ecc.)*  
*f. Attività commerciale (negozi di vario genere)*
- 9) A tuo avviso chi dovrebbe essere responsabile per il mantenimento di una spiaggia ampia
- a. Ente pubblico*  
*b. Stabilimenti balneari*  
*c. Settore terziario locale (Strutture ricettive, attività commerciali, ecc.)*  
*d. Turisti (Tassa di soggiorno)*  
*e. Nessuno*
- 10) Futuro senza spiaggia: nel caso in cui in futuro non fosse possibile garantire la spiaggia naturale, quanto pensi sarebbe importante per la tua attività avere comunque una spiaggia attrezzata su superficie artificiale (superfici artificiali in cemento, prato sintetico o tartan attrezzate con giochi per bimbi, campetti sportivi, stabilimenti attrezzati, ...)  
*(voto da 1 a 10)*
- 11) Se in un prossimo futuro, il mantenimento della spiaggia naturale fosse possibile solo attraverso interventi continui e piuttosto costosi, varrebbe la pena per la comunità affrontare tali costi?
- a. Sì*  
*b. No*  
*c. Non so*

sono state distinte alcune categorie particolarmente rappresentate nei centri abitati dell'area (negozi di abbigliamento, alimentari, ecc.). Si nota subito la carenza di strutture ricettive (ad esempio a Marina di Carrara sono presenti non più di 5 alberghi), nonché delle attività ricreative (1 discoteca, 3 parchi giochi) a testimonianza degli scarsi investimenti nel settore del turismo. Entrambe tali evidenze sono state sottolineate, tra l'altro, da numerose persone intervistate.

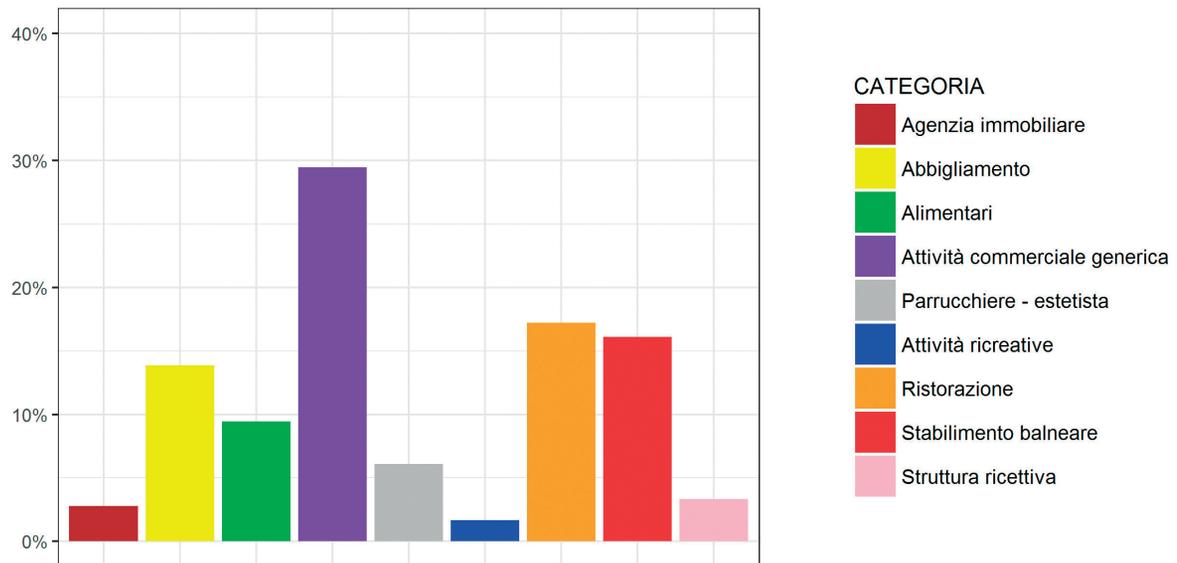


Figura 3. Distribuzione percentuale delle categorie di esercenti intervistati.

La distribuzione sul territorio degli esercenti intervistati (Fig. 4) mostra, come ovvio, dei picchi nei centri abitati, in particolare nella zona di Marina di Carrara. Nella mappa è evidenziato in rosso il *buffer* di 2 km dalla costa che costituisce l'area di indagine. In base all'andamento della distribuzione si è reso necessario valutare la variazione della distanza dalla costa non come una variabile continua ma come un parametro a 3 classi:

- 1 - fino a 300 metri dalla costa;
- 2 - da 300 a 700 metri dalla costa;
- 3 - da 700 a 2000 metri dalla costa.

La prima classe ha consentito di accorpate gli esercenti direttamente interessati dalla presenza della spiaggia; la seconda ha considerato soprattutto gli esercenti presenti nel tessuto urbano di Marina di Carrara, la cui attività, pur non essendo direttamente connessa alla spiaggia è comunque estremamente sensibile alle variazioni dei flussi turistici; infine la terza classe, più distale, di esercenti apparentemente poco o affatto dipendenti dalla presenza della spiaggia.

### ***Percezione e valutazione del fenomeno dell'erosione costiera***

Per quanto riguarda il fenomeno erosivo, si nota una diversa percezione degli esercenti appartenenti alle classi di età più giovani rispetto agli ultra-sessantenni (Fig. 5). Questi ultimi risultano più consapevoli, e si rendono anche conto del fatto che negli ultimi 10 anni la spiaggia ha goduto di un periodo di stabilità e, in alcuni punti, di accrescimento.

Ciò trova una spiegazione nel fatto che solo i più anziani hanno vissuto gli anni drammatici nei quali gli stabilimenti balneari crollavano in mare o venivano costantemente arretrati. Il confronto fra quanto accadeva in quegli anni e quanto avviene oggi porta a dare una valutazione decisamente positiva dello stato attuale. Tale percezione risulta ancora più evidente se si considera la distanza dalla costa quale parametro di analisi (Fig. 6).



Figura 4. Area in esame e posizione degli esercizi considerati (Base: Google Maps).

L'accrescimento della spiaggia risulta evidente ad oltre il 20% degli esercenti più prossimo alla costa, ossia a quelli che ne hanno una visione quotidiana, anche nel periodo invernale; non è stato apprezzato (<5%) da chi esercita la propria attività più lontano. Quest'ultimi, inoltre, danno la risposta "Non saprei" in circa il 20% dei casi.

In generale va sottolineata l'elevata preoccupazione generata dal fenomeno sulla maggioranza degli intervistati. Infatti più dell'80% ha attribuito all'arretramento della spiaggia un'importanza molto elevata o elevatissima (Fig. 7).

Analogamente a quanto avviene in termini di percezione del fenomeno, anche la valutazione del problema mostra andamenti diversi sia per differenti età degli intervistati sia per distanza dalla costa (Figg. 8 e 9). In particolare le persone più anziane guardano con maggiore preoccupazione al problema dell'erosione costiera rispetto ai più giovani, a dimostrazione del fatto questa consapevolezza si è sviluppata alcuni decenni addietro, quando l'erosione attaccava violentemente il litorale.

D'altro canto, la valutazione dell'importanza dell'erosione costiera è decisamente maggiore negli esercenti che operano direttamente sulla costa o in sua prossimità, mentre quasi il 20% di esercenti che distano dalla costa tra i 700 e i 2000 metri giudicano solo "abbastanza" importante il fenomeno.

Per quanto riguarda la conoscenza delle cause dell'erosione (Fig. 10), prevale nettamente la risposta che segnala la modifica delle correnti da parte di opere a mare, indubbiamente a causa della presenza nell'area

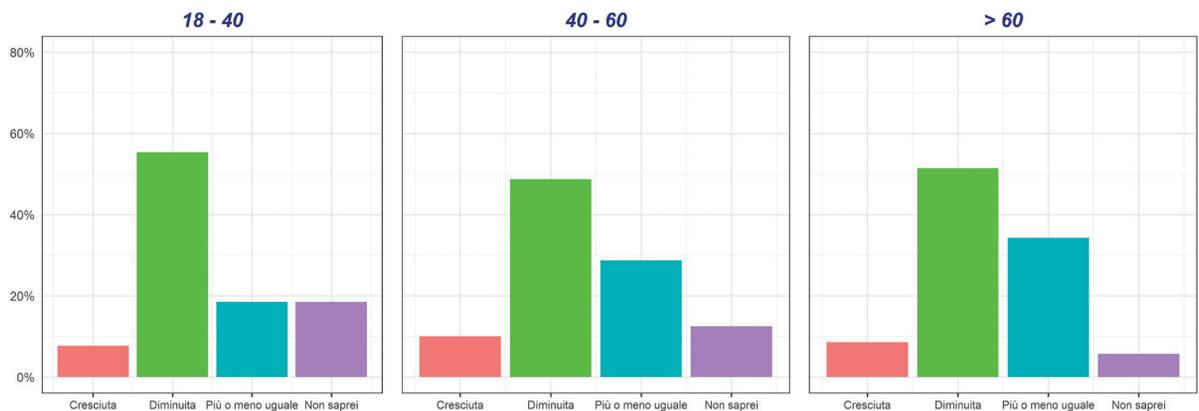


Figura 5. Distribuzione delle risposte alla domanda “Secondo te negli ultimi 10 anni la spiaggia è ....?” in base alle classi di età degli intervistati.

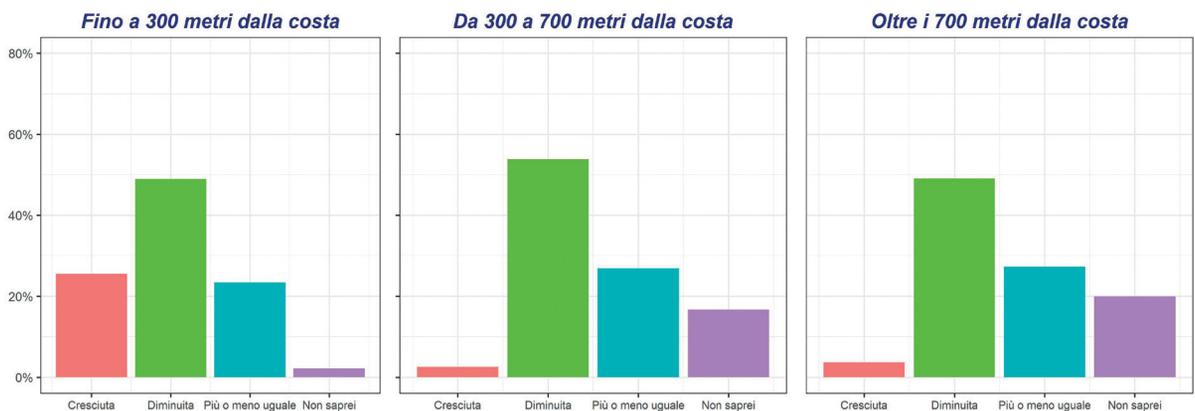


Figura 6. Distribuzione delle risposte alla “Secondo te negli ultimi 10 anni la spiaggia è ....” in base alle classi di età degli intervistati.

di una infrastruttura di notevoli dimensioni, quale il porto di Marina di Carrara (anche se in realtà questa struttura si trova sottoflutto rispetto alle spiagge interessate dall'indagine). Anche le opere in ambito fluviale sono state considerate tra le cause molto rilevanti, al contrario di quanto accade per la diminuzione dell'attività agricola, il cui contributo è poco percepito seppur sia da ritenersi una delle cause più importanti per la riduzione degli input di sedimenti da parte dei corsi d'acqua.

Alla domanda sul livello di conoscenza degli interventi eseguiti nell'area, si riscontra una notevole incertezza, cosa che parrebbe in netto contrasto con quanto risposto alle prime domande. La convivenza, in particolare nelle generazioni più giovani, con opere di difesa costiera rigida (ad esempio pennelli o scogliere) può portare in certi casi a considerare tali strutture come *facenti parte del paesaggio* e non a considerarle effettive opere che hanno un impatto importante nella circolazione dei sedimenti. Ciò è dimostrato dal fatto che fra gli esercenti che si dicono ignari della presenza di opere di difesa della spiaggia prevalgono i giovani (Fig. 11).

#### **Percezione e valutazione degli aspetti economici legati al fenomeno dell'erosione costiera**

Nella valutazione degli aspetti economici, l'analisi è stata condotta attraverso un confronto tra le diverse categorie di esercenti; per motivi di consistenza del campione statistico, si sono confrontate le categorie di stabilimenti balneari, abbigliamento e ristorazione.

Sull'efficacia delle opere eseguite nel litorale si è registrata una valutazione complessivamente negativa (Fig. 12), nonostante il fatto che i dati indichino chiaramente che esse hanno determinato la stabilizzazione, quando non la progradazione, della spiaggia (cfr. Fig. 2)

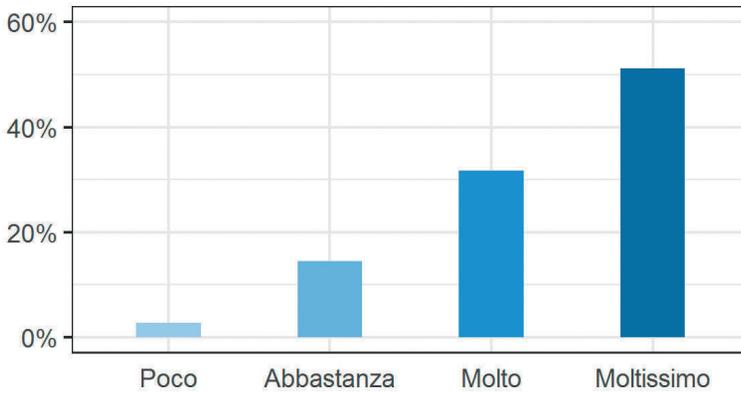


Figura 7. Distribuzione delle risposte alla domanda “Quanto ritieni importante il problema dell’arretramento della spiaggia?”

Tuttavia, va considerato che, grazie alla possibilità offerta dal metodo di indagine proposto, il confronto diretto con gli intervistati ha permesso di appurare come, in molti casi, queste valutazioni fossero condizionate dagli effetti negativi di opere eseguite in zone poste immediatamente a sud dell’area oggetto di esame, sul litorale di Marina di Massa. In questi casi la forte diffusione mediatica, in particolare sui quotidiani locali, ha sicuramente contribuito a generare una diffidenza verso l’efficacia delle opere di difesa della spiaggia anche in aree adiacenti e non direttamente coinvolte da tali effetti.

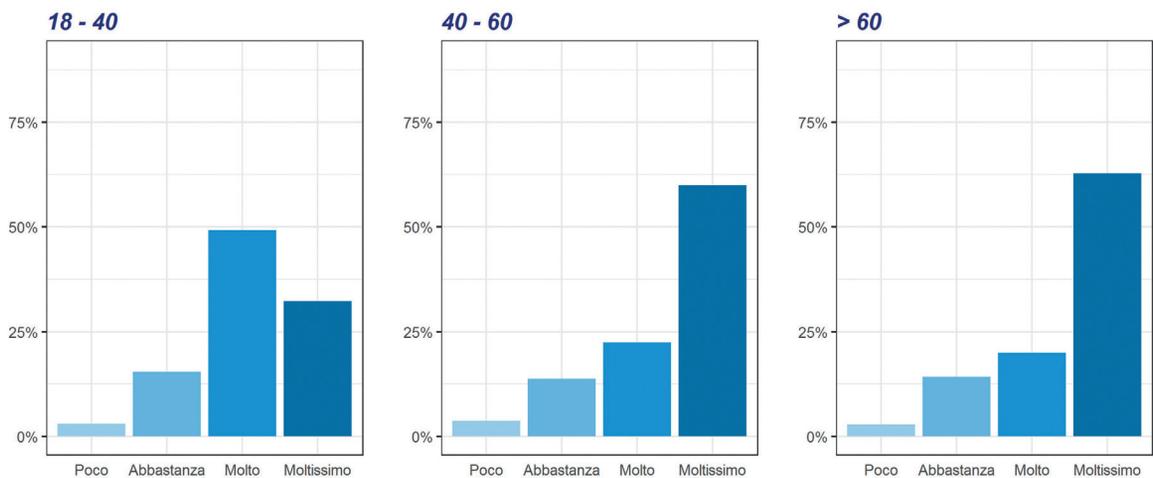


Figura 8. Distribuzione delle risposte per classi di età alla domanda “Quanto ritieni importante il problema dell’arretramento della spiaggia?”

La domanda “Per la tua attività economica, quanto è importante che la spiaggia sia mantenuta ampia tramite regolari ripascimenti?” è stata posta al fine di capire quanto elevata sia la percezione delle ricadute economiche positive sulla propria attività economica legate alla difesa della spiaggia dall’erosione (Fig. 13). Tutte le categorie di esercenti attribuiscono una elevata importanza al problema. Le differenze maggiori nelle risposte si rilevano tra gli stabilimenti balneari, per i quali l’erosione costiera viene ovviamente percepita come estremamente importante per la propria attività, rispetto ad altre categorie, come l’abbigliamento o la ristorazione, che nel 12-13% dei casi risponde che l’erosione costiera è un fenomeno poco importante. Rispetto alla distanza dalla costa si ha una progressiva diminuzione nella percezione dell’importanza dell’erosione costiera rispetto alla propria attività, andamento analogo a quanto già riscontrato in precedenti domande. Anche la valutazione del danno economico arrecato dall’erosione viene valutato in modo simile,

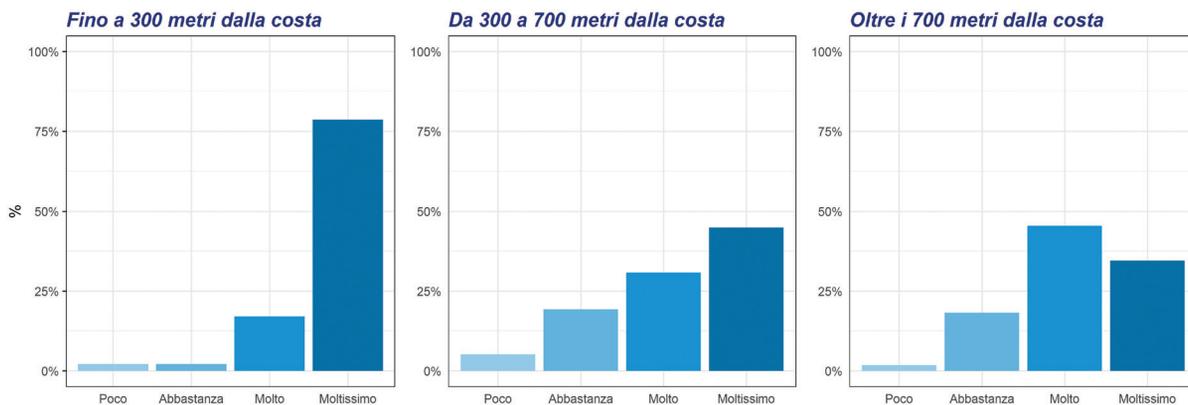


Figura 9. Domanda 2. Distribuzione delle risposte per classi di distanza dalla costa alla domanda “Quanto ritieni importante il problema dell’arretramento della spiaggia?”

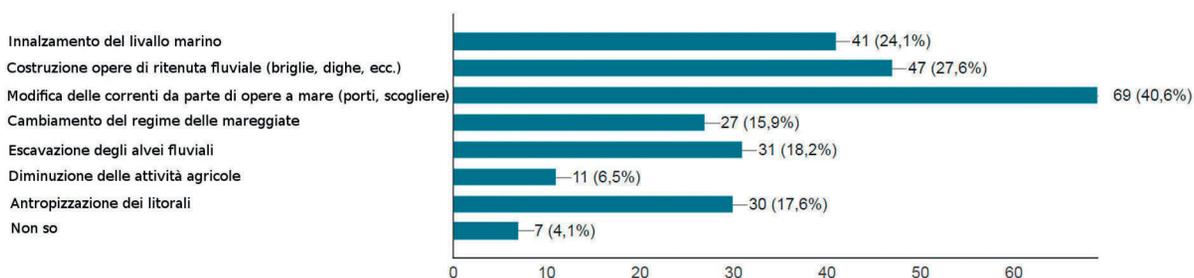


Figura 10. Distribuzione delle risposte alla domanda “Da quali cause pensi sia prodotta l’erosione?” (Possibile indicare più cause).

con un’attribuzione di danno molto elevato nel caso degli stabilimenti balneari rispetto a un danno percepito relativamente più basso per le altre categorie. In particolare da notare come il 26% degli esercenti della ristorazione (bar, ristoranti, ecc.) ritenga l’erosione poco impattante sulla propria attività economica (Fig. 14). Ciò può essere dovuto al fatto che è la popolazione residente, o gli avventori che frequentano la zona per le attività industriali, artigianali o portuali, a formare la base su cui poggiano le loro attività, e che gli ospiti estivi costituiscono solo entrate accessorie.

La stessa domanda è stata posta anche facendo valutare l’entità del danno per le categorie di esercenti diverse dalla propria: in questo caso gli stabilimenti balneari sono stati ritenuti nell’86% dei casi come esposti a un danno economico “elevato” in caso di completa erosione della spiaggia. Il danno economico che potrebbero subire invece i commercianti è stato valutato come “elevato” da poco più del 50% degli intervistati e “abbastanza elevato” dal 30%.

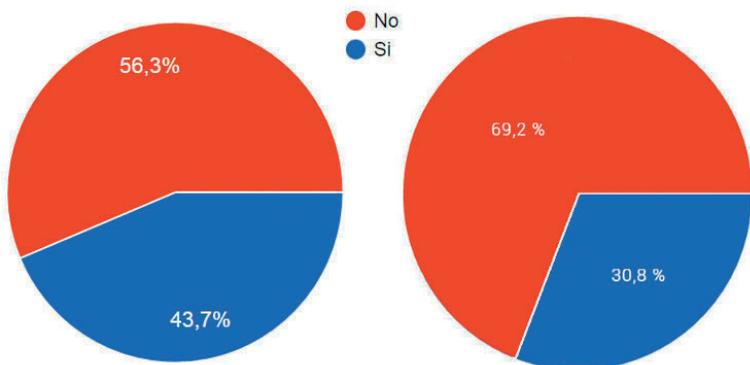


Figura 11 - Distribuzione delle risposte alla domanda “Su questo litorale sono stati eseguiti degli interventi a difesa della spiaggia. Ne sei a conoscenza?” A sinistra risposte totali; a destra risposte degli esercenti di età compresa tra 18 e 40 anni.

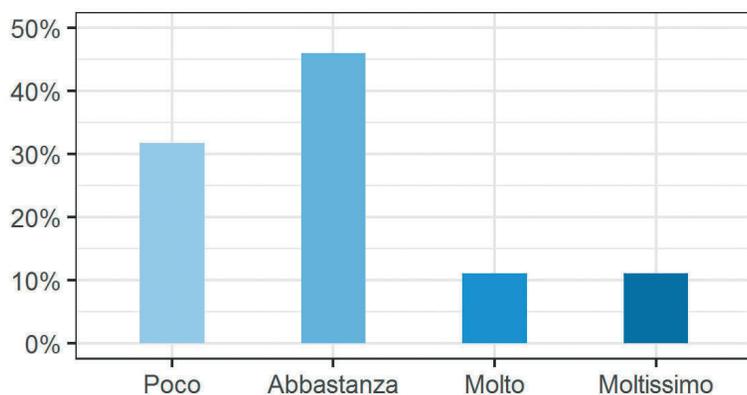


Figura 12. Distribuzione percentuale delle risposte alla domanda "Quanto ritieni efficaci gli interventi eseguiti per la difesa della spiaggia?" fatta solo a chi aveva dichiarato di essere a conoscenza di interventi eseguiti su questo litorale.

Uno dei temi importanti indagati in questa parte del questionario è stato quello relativo all'individuazione di chi abbia la responsabilità a mantenere la spiaggia. Anche in questo caso, come poteva essere prevedibile, i risultati mostrano (Fig. 15) che, se da un lato gli stabilimenti balneari individuano chiaramente nell'Ente pubblico l'unico responsabile, le altre categorie ritengono che gli stessi stabilimenti dovrebbero essere tenuti al mantenimento della spiaggia. E' interessante notare come per circa il 10% dei commercianti una certa compartecipazione dovrebbe essere richiesta ai turisti (attraverso lo strumento della Tassa di soggiorno).

Le ultime due domande sono una sorta di finestra sul futuro per indagare il valore attribuito dalle diverse categorie alla spiaggia naturale e quindi l'eventuale disponibilità a contribuire economicamente ai costi necessari per il suo mantenimento, la cosiddetta *Willingness to pay*.

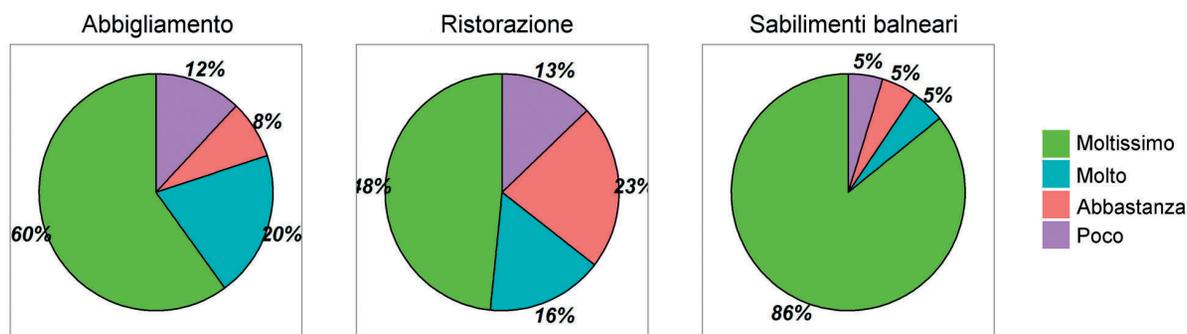


Figura 13. Distribuzione percentuale delle risposte alla domanda "Per la tua attività economica quanto è importante che la spiaggia sia mantenuta ampia attraverso regolari ripascimenti?"

In un caso si immagina uno scenario ad elevata erosione per sondare la propensione degli intervistati all'accettazione di spiagge artificiali (come ad esempio quelle già esistenti in alcune località della riviera ligure): in questo caso si è avuta una distribuzione pressoché omogenea delle risposte, con una metà che giudica una spiaggia artificiale come poco o abbastanza importante per la propria attività, e una metà che la valuta molto importante. E' probabile che molte risposte (in particolare per le persone di maggiore età) siano state influenzate da un giudizio negativo della stessa idea di una spiaggia non naturale, in un ambiente che, seppur antropizzato, conserva un suo grado di naturalità. Probabilmente molti hanno espresso un parere negativo sull'eventualità di una spiaggia completamente artificiale, attribuendo di fatto alla naturalità del litorale un valore intrinseco difficilmente rinunciabile. Sono soprattutto gli stabilimenti balneari quelli che hanno tuttavia mostrato una forte predisposizione ad accettare questa eventualità,

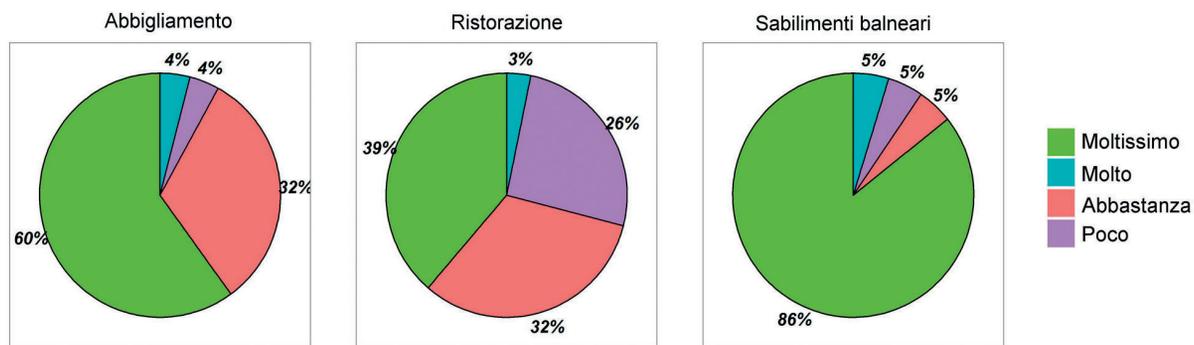


Figura 14. Distribuzione percentuale delle risposte alla domanda “Come valuteresti il danno economico arrecato alla tua attività nel caso di completa erosione della spiaggia?”

dati i diretti interessi in gioco. Tra l'altro, in sede di Workshop conclusivo, i rappresentanti della Regione Liguria a questo riguardo hanno affermato che la stragrande maggioranza degli esercizi balneari liguri sarebbe probabilmente ben contenta di avere una spiaggia completamente artificiale, in alcuni casi forse anche più di quella naturale, sebbene il riferimento sia a zone diverse da quella di studio e in cui la spiaggia naturale in molti casi è estremamente ridotta o totalmente assente.

La gran parte degli intervistati riconosce la necessità del mantenimento della spiaggia naturale anche a costi elevati, ma si nota una certa differenza tra i concessionari della spiaggia e le altre categorie, con i primi decisamente più favorevoli a che la comunità faccia un forte impegno economico per il mantenimento di ampi arenili (Fig. 16).

Fra i meno favorevoli appare un diverso atteggiamento fra i gestori di negozi di abbigliamento e i ristoratori (20% contro 5%), con i primi più favorevoli ad interventi volti al mantenimento delle spiagge anche con interventi molto costosi.

## Conclusioni

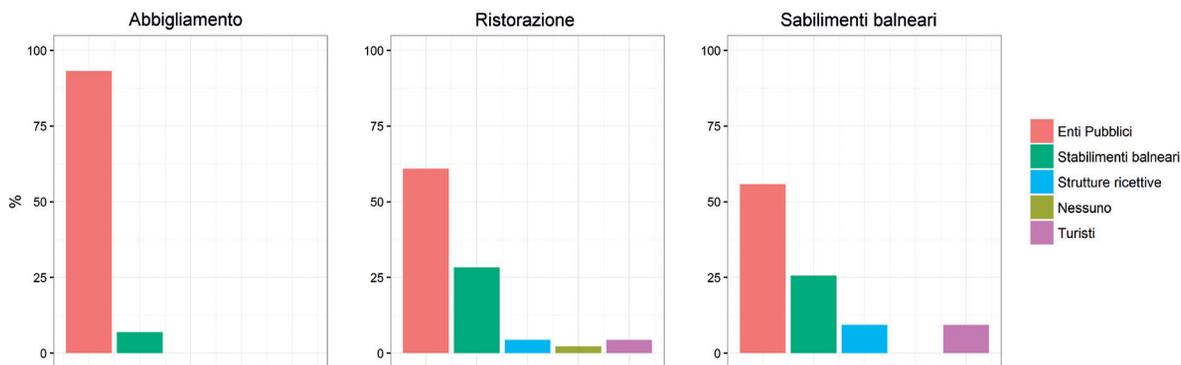


Figura 15. Distribuzione percentuale delle risposte alla domanda “A tuo avviso chi dovrebbe essere responsabile per il mantenimento di una spiaggia ampia?”

Nell'analisi dei risultati va sottolineata, in primo luogo, la grande disponibilità della maggior parte degli intervistati a rispondere alle domande, segno del loro interesse all'argomento.

E' emersa anche una relativa competenza su particolari aspetti tecnici, specialmente, ma non solo, da parte degli esercenti di stabilimenti balneari. Tutto ciò dimostra un notevole coinvolgimento generale della popolazione sulle tematiche trattate, assieme ad un interesse che spesso, come emerso nelle occasioni di brevi confronti verbali con gli esercenti, si accompagna al desiderio di essere resi partecipi delle scelte relative alla gestione della costa.

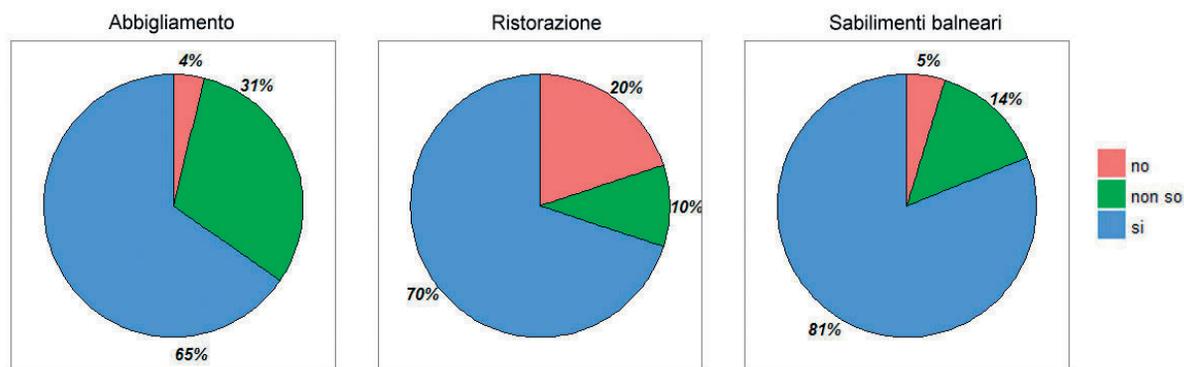


Figura 16. Distribuzione percentuale delle risposte alla domanda “ Se in un prossimo futuro, il mantenimento della spiaggia naturale fosse possibile solo attraverso interventi continui e piuttosto costosi, varrebbe la pena per la comunità affrontare tali costi?”

Alcuni dei principali risultati dell'indagine erano prevedibili, altri decisamente meno attesi.

Innanzitutto va evidenziata l'elevata importanza attribuita al fenomeno dell'erosione costiera a fronte di una percezione del fenomeno non sempre ben chiara. Va detto in proposito che la linea di riva in questa zona ha mostrato negli ultimi anni comportamenti diversi nei vari settori, ma con la tendenza ad una generale relativa stabilità, cosa che è stata rilevata soprattutto dalle classi di età più elevata o da chi opera in prossimità della spiaggia.

Un aspetto che è sembrato tra i più significativi è la relativa maggiore sensibilità verso il problema dell'erosione costiera mostrata dalle classi di età più elevata rispetto alle altre classi. Ciò è probabilmente motivato dal fatto che questi si sono trovati a vivere in momenti in cui il problema era estremamente grave, mentre negli ultimi anni gli interventi di difesa e ripascimento artificiale hanno determinato, se non un'inversione di tendenza, almeno una stabilizzazione.

Un altro risultato significativo è il riconoscimento dell'importanza “mediamente elevata” attribuita all'impatto del fenomeno dell'erosione costiera sulla propria attività economica dalla grande maggioranza degli intervistati, con una diminuzione relativa di questa valutazione allontanandosi dalla costa. Sebbene quest'area presenti una vocazione turistica che in molti casi, anche dagli stessi intervistati, viene definita non completamente espressa, vi è un indubitabile valore attribuito alla spiaggia e al turismo balneare in termini di traino per gli esercenti della zona.

Evidente è inoltre come la maggioranza pensi che la comunità debba sostenere costi anche elevati per il mantenimento di una spiaggia ampia. Con questa ultima domanda del questionario si è voluto testare, sebbene in modo molto “soft”, la cosiddetta WTP (*Willingness To Pay*), in una visione costi-benefici a partire dal punto di vista degli esercenti. In generale sembra evidente, e in coerenza con quanto espresso in precedenza, la volontà a contribuire ai costi per il mantenimento della spiaggia; questa volontà è stata espressa in modo palese, anche nel corso della giornata di presentazione dei risultati del questionario, da parte dei rappresentanti dei gestori degli stabilimenti balneari, i quali peraltro hanno evidenziato come in molti casi l'eccessiva burocrazia possa costituire un notevole ostacolo per la collaborazione fattiva dei privati agli interventi di gestione e manutenzione costiera.

Un dato chiaro è la riduzione dell'interesse al problema erosivo e del danno economico subito nel caso di scomparsa dell'arenile con l'allontanarsi dell'esercizio commerciale dalla spiaggia, pur rimanendo ad una distanza non superiore ai 2 km.

Per una corretta gestione integrata delle zone costiere è importante conoscere la sensibilità al problema dell'erosione e delle sue conseguenze economiche da parte di operatori che svolgono la propria attività in un'ampia fascia di territorio e non solo direttamente sulla spiaggia. Ciò permetterebbe una più ragionata distribuzione delle risorse economiche da parte degli Enti pubblici ed una più facile giustificazione delle scelte fatte.

Quanto emerso da questo studio dovrebbe quindi essere testato in altre aree morfologicamente diverse, come le ampie pianure costiere, che permetterebbero di valutare meglio l'influenza della distanza dalla spiaggia sulla percezione dell'erosione e della sua ricaduta economica.

### Bibliografia

- Aiello E., Bartolini C., Caputo C., D'alexandro L., Fanucci F., Fierro G., Gnaccolini M., La Monica G.B., Lupia Palmieri E., Piccazzo M. e Pranzini E. (1976). - *Il trasporto litoraneo lungo la costa toscana tra la foce del Fiume Magra ed i Monti dell'Uccellina*. Boll. Soc. Geol. It., 94: 1519-1571.
- Albani D. (1940) - *Le spiagge della toscana settentrionale dalla foce del fiume Magra ai Monti Livornesi*. In: Albani D., Griselli A., Mori A., Ricerche sulle variazioni delle spiagge toscane, 2. CNR Roma: 11-8.
- Anfuso G., Pranzini E., Vitale G. (2011) - *An integrated approach to coastal erosion problems in northern Tuscany (Italy): littoral morphological evolution and cells distribution*. Geomorphology, 129(3), 204-214.
- Caselli M., - Ed. Vita e Pensiero. (2005) - *Indagare col questionario. Introduzione alla ricerca sociale di tipo standard*, - Ed. Vita e Pensiero, 2005.
- Cipriani L.E., Ferri S., Pelliccia F.A. And Pranzini E., In: E. Ozhan (Editor) (2003) - *Stakeholders participation in ICZM at Marina di Massa (I)*, , *Proceedings of the Sixth International Conference on the Mediterranean Coastal Environment*. MEDCOAST 03, 7-11 October, 2003, Ravenna, Italia. Volume 1, 343-354, 2003.
- Cipriani L.E. and Pranzini E., In: E. Ozhan (Editor) (2009) - *Minimising Conflicts among Stakeholders within a Littoral Cell.* 2009, *Proceedings of the Ninth International Conference on the Mediterranean Coastal Environment*. MEDCOAST 09, 10-14 November, 2009, Sochi, Russia. Volume 1, 535-546.
- Dahm C. (2003) - *Beach User Values and Perceptions of Coastal Erosion*. Environment Waikato Technical Report 2003/03.
- Koutrakis E.I T., Sapounidis A., Marzetti S. Giuliani V., Martino S., Fabiano M., Marin V., Paoli C., Roccatagliata E., Salmona P., Rey-Valette H., Roussel S., Povh D. & Malvárez C. G. (2010) - *Public Stakeholders' Perception of ICZM and Coastal Erosion. in the Mediterranean*, *Coastal Management*, 38:4, 354-377.
- ISPRA (2016) - *Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici - Edizione 2016*. Rapporti 248/2016.
- Lami G., Mammì I., Mori E. - *La percezione turistica delle spiagge italiane: Regione Toscana – analisi contestualizzata dei dati raccolti*. / In: Studi Costieri, 25: 105-113.
- Mazzanti, R. (2000) - *Geomorfologia del bacino versiliese-pisano con particolare riferimento alla "gronda del lupi", scarpata fossile che separa le colline livornesi, con i loro terrazzi eustatici, dalla pianura alluvionale di Pisa*. Atti Soc. tosc. Sci. nat., Mem., Serie A (2000-2001) pp. 165-189.
- Progetto CAMP Italy – www.Camp-italy.org
- Rapporto economia Massa-Carrara 2016, I.S.R. - CCIAA Massa-Carrara, 2016
- Simeoni U., Rodella I., Corbau C. (2016) - *Risultati preliminari sulla percezione turistica delle spiagge italiane in Rapporto Ambiente Italia 2016*. Presente e futuro delle aree costiere in Italia. A cura di E. Zanchini, G. Zampetti, S. Venneri. Ed. Ambiente, 2016.
- Tavolo Nazionale sull'Erosione Costiera (2016) - *Linee Guida Nazionali per la difesa della costa dai fenomeni di erosione e dagli effetti dei cambiamenti climatici*.

**Ricevuto il 25/03/2017, accettato il 18/05/2017**

## Latitudine senza latitudine Determinazioni astronomiche e carte per navigare dell'Europa tardo-medievale: le innovazioni di Francesco Beccari

Fortunato Lepore<sup>1</sup>, Marco Piccardi<sup>2</sup>, Enzo Pranzini<sup>2</sup>

<sup>1</sup>forlepore@gmail.com

<sup>2</sup>Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Firenze, m.piccardi@tin.it

### Riassunto

Queste pagine affrontano il tema delle conoscenze e della diffusione dei dati di latitudine nei secoli del medioevo. Un processo che in letteratura e fino al Rinascimento viene comunemente circoscritto ad una élite culturale che stenta a trovare applicazioni pratiche in cartografia. È così che la cartografia nautica medievale viene spesso presentata come il sorprendente risultato di un sapere sostanzialmente pratico basato, prima di tutto, sull'esperienza diretta di navigazione e, secondariamente, sull'uso di semplici strumenti di rilevazione della posizione come la bussola e la clessidra. Se da un lato una simile premessa spiega la diffusione e l'uniformità dei prodotti cartografici del XIV e XV secolo, dall'altro finisce per creare una frattura sia con i modelli precedenti (quasi tutti perduti), sia con le novità che i rinnovati studi scientifici cominciano a diffondere a partire dall'XI secolo. Una frattura che trova parziale ricomposizione nella carta portolano di Francesco Beccari (BRB, 1980.158.) completata a Savona nel febbraio del 1403. Una carta che un secolo prima dei grandi planisferi del XVI secolo, mostra una scala graduata di latitudine e, rispetto alla cartografia coeva e precedente, alcune notevoli correzioni nella restituzione di distanze e posizioni delle coste atlantiche europee, frutto di misurazioni accurate. Per questo abbiamo cercato di ricostruire l'ampio contesto tecnico-culturale che può motivare una tale, precoce, apparizione a partire dall'influenza dell'opera di Tolomeo finalizzata alla rappresentazione cartografica basata su un sistema di coordinate e dalle prime timide testimonianze medievali di reticolato di disegno. Il testo individua testimonianze di misurazioni astronomiche nei resoconti di viaggio, ricostruisce attraverso le indicazioni di manuali di navigazione le modalità di riconoscimento della posizione assoluta e relativa dei luoghi, il modo di rappresentarli sul piano e l'utilizzazione della carta a bordo come strumento indispensabile per tracciare la rotta e correggere eventuali deviazioni.

**Parole chiave:** Carte portolano, cartografia storica, coordinate geografiche, navigazione medievale

### Abstract

*These pages deal with the knowledge and diffusion of latitude data during the Middle Ages. In literature and up until the Renaissance, these knowledge and data are usually limited to a cultural elite and struggle to find practical applications in cartography. This is why nautical cartography in the Middle Ages is usually presented as the surprising result of primarily practical knowledge based, above all, on the direct experience of navigators, and, secondarily, on the use of simple navigational instruments such as the compass and the hourglass. If on the one hand this premise explains the diffusion and uniformity of cartography during the XIV<sup>th</sup> and XV<sup>th</sup> centuries, on the other it causes a break with previous models (very few of which still exist) and with the renewed scientific studies that became more widespread starting from the XI<sup>th</sup> century.*

*This break is partially recomposed with Francesco Beccari's portolan chart, completed in February 1403 in Savona. A full century before the great planispheres of the XVI<sup>th</sup> century, this map shows a graduated scale of latitude and, when compared to earlier and contemporary cartography, also shows several notable corrections of distances and in the positioning of toponyms of the European Atlantic coastlines: the result of accurate measurements.*

*We have therefore attempted to reconstruct the ample technical and cultural context that may justify this premature appearance. We begin with the influence of Tolomeo on a cartography based on a system of coordinates, and with the first, timid, accounts from the Middle ages regarding gridded maps. The text will then use evidence gathered from travel reports on astronomical measurements, indications from navigation manuals regarding the methods of recognition used for the position of places, the methods used in representing this information on a bidimensional figure and the use of nautical charts as an indispensable instrument for plotting a course and correcting any mistake on the route.*

**Key words:** *Portolan charts, historical cartography, geographic coordinates, medieval navigation*

## Introduzione

La storia della cartografia ha da tempo aperto un dibattito sulle rappresentazioni nautiche medievali che si riflette sulla storia della navigazione e delle scoperte geografiche, sull'evoluzione del pensiero astronomico, geografico e più in generale scientifico dell'età di mezzo. Oggetto di questi studi sono soprattutto le carte portolano e gli atlanti nautici medievali, che nella stragrande maggioranza inquadrano l'intero bacino del Mediterraneo, il Mar Nero e le coste atlantiche dell'Africa settentrionale e dell'Europa.

Se la piccola scala di queste rappresentazioni non si presta ad individuare che in modo molto approssimato la linea di costa dei secoli che corrono dal XIII al XV, nondimeno esse si propongono come la fonte più adatta ad un immediato riconoscimento delle rive mediterranee, delle isole, di porti e approdi, delle insidie determinate da bassi fondali, scogli ecc. D'altro canto, la cartografia terrestre degli stessi secoli, messe da parte pochissime eccezioni, appare ancora molto impegnata nelle rappresentazioni T e O (Fig. 24b), nella cartografia teologica oppure nella produzione di pochissime rappresentazioni a scala topografica che inquadrano, di solito senza fornire grandi informazioni utili al geomorfologo, limitati settori del Mediterraneo.

Questa grande differenza tra disegno terrestre e carta nautica sta alla base di numerosi studi che hanno cercato di spiegare come le carte portolano abbiano potuto rappresentare con tanta efficacia il bacino Mediterraneo, soprattutto nella considerazione del pensiero dominante in storiografia che vi vede comparire la scala latitudine solo nel secondo decennio del XVI secolo, la prima proiezione mercatoriana, dopo la metà del XVI secolo (a. 1569) e che, per incontrarvi dati di longitudine corretti, bisognerà attendere il XVIII secolo. A maggior ragione, quando si verifica che il disegno del Mediterraneo proposto nelle carte medievali è più preciso, fosse solo per la longitudine, delle carte post mercatoriane del XVI e di parte del XVII secolo.

Si può perciò intendere come, nella sterminata letteratura dedicata alla cartografia nautica medievale, non siano del tutto delegittimate (e ancora tutte da provare) teorie che, escludendo la paternità medievale delle carte portolano (tra i più recenti contributi quello in Nicolai Roel, 2016), guardano a conoscenze e prodotti di civiltà precedenti perpetuatesi nel disegno delle circa duecento carte portolano conservatesi.

Questo studio è naturale evoluzione di un lavoro presentato nel 2012 e frutto di un nostro volume pubblicato l'anno precedente (Lepore et al., 2011 e 2012) dove si ipotizza che la scala della latitudine sia già espressa nella carta portolano di Francesco Beccari del 1403, che buona parte del disegno delle coste atlantiche occidentali sia frutto di una discreta conoscenza delle coordinate di molti dei centri che vi si affacciano e che la latitudine non sia estranea al processo di costruzione delle stesse particolarmente per il disegno delle coste atlantiche.

È una teoria che confligge con quanto sedimentatosi e ampiamente accettato e divulgato (pur non mancando punti di vista differenti) da una vasta letteratura cui riteniamo di sottoporre il nostro contributo. Lo facciamo

senza entrare nel dibattito sulla identificazione delle carte per la navigazione, e solo per comodità di scrittura useremo il termine carte portolano (anche per distinguerle dai portolani descrittivi) per quelle medievali e carte nautiche per quelle posteriori.

### La latitudine: illustrazioni e fonti descrittive

Questa splendida miniatura (Fig. 1) proviene dal cosiddetto Salterio di san Luigi (Luigi IX di Francia, 1214-1270) e di sua madre Bianca di Castiglia. È stata dipinta in un atelier parigino nel XIII secolo, prima della morte del re di Francia che fu a capo di due fallimentari Crociate in Egitto (1248-1254) e Tunisia (1270) dove morì, sembra, di dissenteria. Finì santificato nel 1297.

Dei tre personaggi, già identificati in altrettanti astronomi, quello a sinistra si dedica alla scrittura, quello a destra è ritratto nell'atto di mostrare un libro aperto mentre il personaggio al centro è intento ad osservare un cielo stellato con l'aiuto di un astrolabio distinto dalle linee radiali dei gradi e dall'alidada. La scheda di catalogo del manoscritto indica che il personaggio al centro, nell'altra mano, tiene un papiro ma è stato già notato (Udovitch, 1974-75) come debba piuttosto trattarsi di una diottra o di una parte di balestriglia. L'astrolabio serviva a misurare gli angoli verticali e dunque a calcolare la posizione dei corpi celesti utile nei calcoli della latitudine e del tempo.



Figura 1. Anonimo, XIII sec. Misurazione con l'astrolabio dal Salterio latino detto di san Luigi e Bianca di Castiglia, GBNE, btv1b7100723j.

I primi trattati sull'astrolabio, derivati da fonti arabe, compaiono in Europa intorno alla fine del X secolo (Darby, 1935; Gautier Dalché, 2013a). Sembra che già nell'XI secolo, al-Zarqali (Azarquiel/e) abbia ideato la Saphaea: l'astrolabio universale a “*placa única que servía para todas las latitudes, cuya aplicación al instrumento resultaba de gran ayuda al navegante*” (González Marrero e Medina Hernández, 2009). Gautier Dalché (2013a) ha sottolineato che numerosi trattati sull'astrolabio fanno riferimento alla *Geografia* di Tolomeo. Una considerazione che anticipa di secoli la diffusione del pensiero del geografo alessandrino e la ricezione di un sistema di coordinate nell'Europa latina. L'astrolabio è uno strumento complesso (per una sintetica ma efficace descrizione di struttura ed uso cfr. Maccagni, 1992) ma che nella sua struttura più semplice si riduce ad un quadrante, ovvero a un quarto di cerchio su cui si disegna un goniometro di 90° (normalmente in rame, piombo, ottone). Le sue dimensioni potevano scendere fino a 20 cm anche se è chiaro che più grandi erano e più precisa era la determinazione delle frazioni di grado. Le due mire fissate su uno dei raggi e un filo a piombo permettevano di rilevare con sufficiente precisione l'altezza della stella polare o quella del sole a mezzogiorno. Se la costruzione non era tanto complessa lo stesso si può dire per il suo utilizzo. Basti guardare al *Tractatus de astrolabii* dove Geoffrey Chaucer, nell'ultimo decennio del XIV secolo, istruisce in forma epistolare il figlio Lewis di dieci anni.

Insomma, nell'emisfero boreale il calcolo della latitudine basato sull'osservazione della stella polare (o di astri circumpolari) e sulla misurazione dell'altezza sull'orizzonte era operazione relativamente semplice e *quite well known in the Middle Ages; in fact, as one can see from numerous thirteenth and fourteenth-century texts relating to astronomy or navigation, the formulas to be applied were common knowledge among scientists and navigators* (Valerio, 2007, pp. 944-945).



**Figura 2. Gossouin (o Gauthier) de Metz, Image du monde, 1320-1325. L'autore (?) con strumenti astronomici. GBNE, btv1b84526412.**

Eratostene (III secolo a.C.) aveva calcolato con ottima approssimazione le dimensioni della Terra e da allora era divenuto possibile trasformare i valori angolari in distanze. Esperimenti condotti ai giorni nostri con i quadranti più elementari mostrano, nel calcolo della latitudine, una precisione intorno al mezzo grado: circa una sessantina di chilometri; ma è Tony Campbell a precisare che i più accurati tra i primi astrolabi arrivavano ad un tolleranza pari ad 1/6 di grado (18 km ca.). Con questi numeri si è concluso che se simili misurazioni potevano essere *acceptable for oceanic sailing, were too inexact for the smaller Mediterranean distances* (Campbell, 1987, p. 441). Viene però da pensare che se tali strumenti non potevano portare direttamente alla meta prescelta, dovevano risultare estremamente utili per individuare la posizione della nave anche nelle traversate mediterranee magari

integrando l'osservazione degli astri con l'uso della bussola e la consultazione delle carte portolano. È altrettanto vero che si continua a sottolineare come la prima testimonianza di un uso in navigazione si trovi nelle relazioni di Diego Gomes sulle coste africane della Guinea (a. 1460-1462).

Quelli di Luigi IX sono gli anni in cui *il Mediterraneo entra a far parte delle realtà territoriali e dell'orizzonte politico della monarchia francese* (Le Goff, 1996, p. 127). Lui stesso farà costruire il porto di Aigues-Mortes base di partenza delle navi del suo esercito. Sappiamo che sull'ammiraglia che trasportava san Luigi a Tunisi c'era una carta portolano e che la presenza di carte del Mediterraneo a bordo non era una novità (Gautier Dalché, 1995), ma solo agli ultimi decenni del XIII secolo si può ricondurre la prima carta conservatasi. Le carte portolano sono un prodotto che, con aggiornamenti del profilo costiero, coprirà i restanti secoli del medioevo. Solo a partire dal Cinquecento, secondo quanto accettato in letteratura, l'Equatore e i Tropici troveranno spazio nella rappresentazione delle sponde del mondo conosciuto dagli europei precedendo di pochi anni gli altri punti di svolta della storia della navigazione e della cartografia del mare: la comparsa della scala della latitudine (anche se carte prive di coordinate continueranno ad essere prodotte fino al XVII secolo) e la proiezione di Mercatore. Da qui in avanti la tecnica di rappresentazione cartografica si avvierà a passi lenti verso la soluzione del ben più complesso problema della longitudine.

Lo studio delle carte portolano medievali si afferma fin dalla metà del XIX secolo, ma solo dopo il 1952 si viene a conoscenza di una carta del 1403 con una scala graduata di latitudine inevitabilmente destinata a ridimensionare uno di quei *turning point* accettati in letteratura. Si può allora comprendere la perplessità e lo stupore di Roberto Almagià (1884-1962), uno dei massimi esperti di storia della cartografia, quando venne chiamato dai compratori statunitensi per visionare la carta di Francesco Beccari e farne, si direbbe oggi, una *expertise* concludendo che la scala era stata *forse* sovrapposta posteriormente (Almagià, 1952; Lepore et al., 2011, p. 131; 2012).

### **Tolomeo prima di Crisolora e di Jacopo Angeli da Scarperia**

Oggi molte delle tappe della diffusione del pensiero astronomico e geografico in Europa sono condivise da un'ampia comunità scientifica impegnata negli studi di cartografia storica, anche se tanti sono i distinguo offerti dai contributi delle diverse discipline. All'opera di Tolomeo (II secolo d.C.) e in particolare all'*Almagesto* (in sostanza un testo astronomico), si riconduce la possibilità (non si sono conservate carte disegnate da Tolomeo) di una rappresentazione dello spazio basata su un sistema di coordinate. Se in Europa, dopo la caduta dell'Impero Romano, il pensiero tolemaico per molti secoli viene offuscato da una geografia impregnata dalle sacre scritture mentre per altri resta come sottotraccia - in questo senso si può guardare alle opere di Fulbert de Chartres (970 ca.-1028) e di Abbon de Fleury (940 ca.-1004) *qui introduisirent en Occident des notions très précises sur la définition de la longitude et de la latitude* indipendentemente dalla scuola "araba", cfr. Gautier Dalché, 2013a - nel mondo arabo le nozioni e le coordinate tolemaiche (tutt'altro che perfette) sono alla base di un processo di arricchimento e affinamento (testimoniato anche dai cosiddetti *Zij*, volumi con le coordinate di moltissimi luoghi) che condurrà, come vedremo più avanti, anche alla costruzione di carte.

Altro dato innegabile, è il rifiorire in Europa del pensiero del geografo alessandrino a partire dai primi decenni del XV secolo, quando si disegneranno le prime carte geografiche basate sui dati di Tolomeo (Fig. 3). Resta infine accettato che il primo manoscritto della *Geografia* accompagnato da carte (BAV, MS Urb. gr. 82) proviene dal mondo bizantino ed è riconducibile all'ultimo quarto del XIII secolo.

I progressi della scuola tolemaica nella rappresentazione della sfera su una superficie piana sono stati riassunti anche da Cornelio de Jode (1593). Nello *Speculum orbis terrarum*, la tavola iniziale è dedicata alla latitudine secondo lo schema dei climata e dei gradi; uno dei paragrafi è dedicato al calcolo della latitudine e un altro al calcolo della longitudine con i classici esempi delle eclissi e della differenza oraria. Nel paragrafo *Quomodo, ratione optica, orbis terrenus in plano sit delineandus*, Cornelio de Jode descrive il modo di rappresentare la superficie sferica di un emisfero sul piano, evidentemente finalizzato al disegno di planisferi e mappamondi proposti nella stessa opera.



Figura 3. Jacopo Angeli, tra 1485 e 1515. Italia tolemaica, *Cosmographia*, GBNE, btv1b60007804.

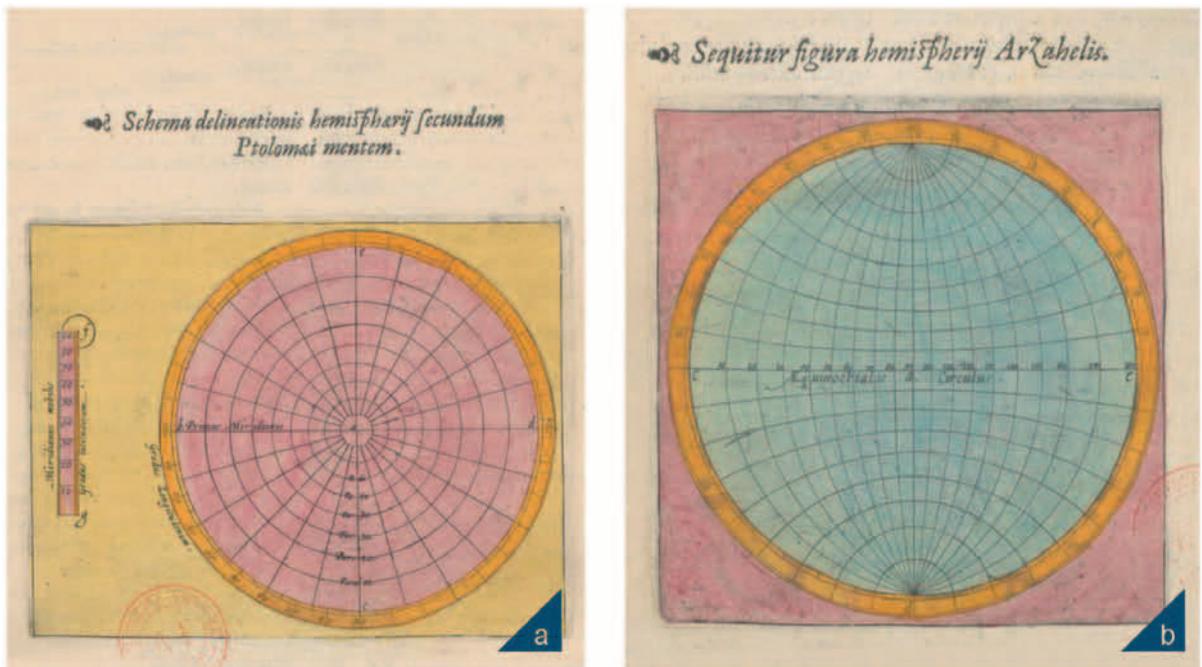


Figura 4. Cornelio de Jode/de Judaeis, a. 1593. a) Lo schema dell'emisfero tolemaico; b) quello di al-Zarqali, *Speculum orbis terrarum*, GBNE, btv1b550076240. Dettagli.

La Figura 4a offre un esempio ripreso da Tolomeo e trasmesso da Federico Commandino (1509-1575). L'emisfero è inscritto entro una circonferenza (Equatore) il cui centro rappresenta il Polo e la cui superficie è frazionata da linee radiali (meridiani) e cerchi concentrici (paralleli): su questo reticolato si collocheranno le posizioni dei luoghi. Il secondo esempio (Fig. 4b), assai più complesso, propone il metodo di Arzachele (al-Zarqali, 1029-1087) per posizionare le località. Come riportato nel quinto libro della *Cosmografia* di Oronzio Fineo (1494-1555), qui la circonferenza è rappresentata da un meridiano e dal suo opposto e suddivisa in quattro parti derivate dall'incrocio tra un diametro che unisce i poli (il meridiano fondamentale) e l'ortogonale che rappresenta l'Equatore. Ogni semicirconferenza definita dal meridiano fondamentale è

ripartita in 90° per l'emisfero boreale e 90° per l'emisfero australe (la latitudine) e il diametro che rappresenta l'Equatore viene suddiviso nei 180° che individueranno la longitudine. I paralleli sono archi non concentrici a distanza costante sulla circonferenza, i meridiani sono archi concentrici che si uniscono ai poli.

Sono invece e per lo più gli studi di carattere umanistico, ad individuare nella prima metà dell'XI secolo la diffusione di traduzioni di testi arabi: un secolo che segna il rinnovamento del sapere, di quello geografico in particolare. Vengono così tradotte, a partire dal XII secolo, le opere di alcuni importanti matematici e astronomi del mondo islamico come al Farghani (IX sec.) grazie a Giovanni di Siviglia, al Battani (c. 852-929) grazie a Platone Tiburtino, Abu Ma'shar (787-886) grazie ad Adelardo di Bath. Nel 1165, inoltre, viene tradotto in latino prima in Sicilia, dal greco e dieci anni dopo, dall'arabo, a Toledo l'*Almagesto* di Tolomeo ad opera di Gerardo da Cremona che rende possibile *l'intera ricezione dell'astronomia antica* (Haskins, 1924, p. 82). Sempre il prolifico Gerardo tradurrà le Tavole astronomiche per la latitudine di Toledo basate sul lavoro di al-Zarqali che verso il 1270 verranno sostituite o aggiornate dalle *Tavole Alfonsine*.

Studi e scuole di astrologia e astronomia si incontrano nell'Europa occidentale dall'Inghilterra a Marsiglia, dall'Italia al Portogallo: qui risulta evidente come si diffonda *depuis le debut du XIV<sup>e</sup> siecle, une culture astronomique et astrologique comportant, naturellement, les connaissances requises pour determiner correctement les latitudes* (Beaujouan, 1971, p. 27). Tra gli altri, è lo stesso Guy Beaujouan a criticare una storiografia che vede il tardivo debutto, nel penultimo decennio del XV secolo, della navigazione astronomica. Un ritardo che si rifletterebbe, fino all'ultimo quarto del XV secolo, in una navigazione condotta con *certaines pratiques de type empirique ou artisanal* e con lo scarso o nullo utilizzo a bordo di strumenti astronomici, sottolineando il contrasto *entre les conclusions auxquelles peuvent conduire, d'une part, l'etude des manuscrits scientifiques medievales et, d'autre part, l'examen des anciennes cartes*. È però ancora una volta Gautier Dalché (2013b) – lo stesso che trova sovradimensionata la stima dell'impatto della cultura araba sull'occidente medievale sottolineando che in realtà la *Geografia* tolemaica *n'eût jamais été oublié en Occident* (Gautier Dalché, 2011) – a ricordarci quanto sia necessario inquadrare la vicenda delle carte portolano nel più ampio contesto delle fonti descrittive e iconografiche medievali e non solo in quelle di carattere geografico, dal momento che astronomia e astrologia si sono a lungo riflesse nei trattati sulla natura, sulla medicina e più in generale su quelli scientifici.

Se oggi la scienza si confronta con la possibilità di vita nell'universo, nel medioevo, stimolati da un interesse che non era solo religioso, ci si concentrava sulla Terra chiedendosi quali fossero le zone abitabili. Un interesse che si palesa in molti testi, non solo astronomici, che si arricchiscono di sfere e schemi climatici. La connessione tra le zone climatiche e il concetto di latitudine è nota. Il sistema delle zone climatiche *inventé dans l'Antiquité est un mode d'expression de la latitude à des fins astrologiques* (Gautier Dalché, 2013a).

Tolomeo, nel secondo libro dell'*Almagesto*, prima di dedicarsi alla *Geografia* dove approfondisce il sistema di coordinate, descrive la Terra nelle sue caratteristiche generali. In questo senso conserva terminologia e metodi degli antichi che definivano le latitudini a partire dalla durata del giorno più lungo. La parte abitata del Globo terrestre si limita ad uno dei due quarti dell'emisfero settentrionale e Tolomeo propone un sistema per ricavare dati attendibili sulla latitudine di un qualsiasi luogo a partire dalla durata delle ore di luce nel giorno del solstizio. Da qui, senza nessuna osservazione pratica, egli calcola geometricamente in una tavola i fenomeni celesti relativi ai diversi paralleli dell'emisfero boreale: l'altezza del polo sopra l'orizzonte, quella dello zodiaco rispetto all'equatore e l'ombra dello gnomone a mezzogiorno in rapporto alla sua stessa altezza. Tolomeo elenca 33 paralleli che si stendono dall'equatore al polo, ma al capitolo otto compare una tavola in cui i *climata* si riducono a 11 con un incremento regolare di mezz'ora del giorno più lungo, ed al capitolo dodici i *climata* si riducono a 7 *and these indeed reappear frequently in the mappaemundi of the later Middle Ages* (Dilke, 1987, p. 183).

È lo stesso Tolomeo ad osservare che il sistema mostra la propria debolezza man mano che ci sposta verso nord e in particolare oltre il 59° *in quanto i paralleli ormai si toccano quasi e la differenza tra le altezze del polo è inferiore ad un grado completo* (Aujac, 1992).

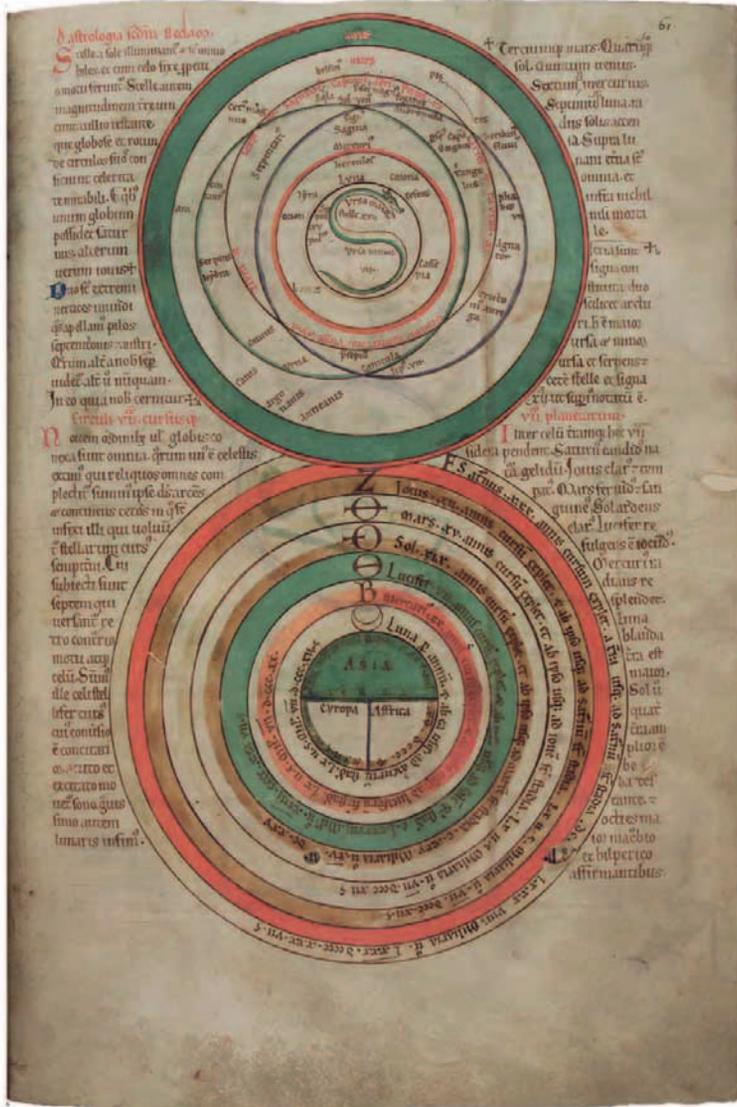


Figura 5. Lambert di Saint-Omer, XII sec. Schema per il cielo boreale e schema di sistema planetario geocentrico, *Liber Floridus*, XII sec., HAB, Cod. Guelf. 1 Gud. lat.

Ciononostante, il sistema dei *climata* persiste nel medioevo europeo e nel Rinascimento e sembra ricondurre ad una maggiore diffusione dell'*Almagesto* rispetto alla *Geografia*. Così appare anche nel diffusissimo *Sphaera* di John of Holywood, meglio conosciuto come Giovanni Sacrobosco (1190-1256), il testo più semplice per avvicinarsi all'astronomia (Sigismondi, 2008): un trattato di larga diffusione dei primi decenni del Duecento, la cui fortuna durerà fino alla rivoluzione copernicana del XVII secolo.

Nella Figura 6, il mondo abitato si definisce nel quarto occidentale sopra l'equatore, gli altri tre quarti sono occupati dal mare. L'opera di Tolomeo è dunque tutt'altro che sconosciuta nell'epoca di mezzo ma si può anche scrivere che *les coordonnées ne disparaurent pas au Moyen Age* (Gautier Dalché, 2013b, p. 165). Basti guardare alla metà del Trecento, a Paolo Dagomari/Paolo dell'Abbaco, e al suo calcolo *des coordonnées géographiques à partir d'une mappemonde* (carta o globo che fosse) di origine maiorchina, oggi perduto, ma che sappiamo costruito su un reticolato ortogonale (Gautier Dalché, 2011).

Attingere dati sulla posizione di centri e luoghi da una fonte cartografica è operazione testimoniata in altri manoscritti medievali. Nel caso di Paolo dell'Abbaco ci troveremmo di fronte ad un *mappamundi* che disegna *des lignes parallèles et au moins une ligne méridienne*, tanto da poter concludere che, pur mancando elementi che facciano pensare a dichiarate indicazioni di latitudine e longitudine, sono *Les*

*lignes orthogonales qui y étaient portées suffisaient à cela.* Nell'analizzare il manoscritto magliabechiano (BNCF Magl. XI, 121) che riporta le coordinate di più luoghi, Gautier Dalché sembra concordare con la lontana osservazione di Hermann Wagner (1896) che *esplicita le rapport direct de la table avec les cartes nautiques du XIV<sup>e</sup> et du XV<sup>e</sup> siècle – ou aussi avec les mappemondes, pour autant qu'elles reproduisaient les côtes méditerranéennes d'après ces cartes.*

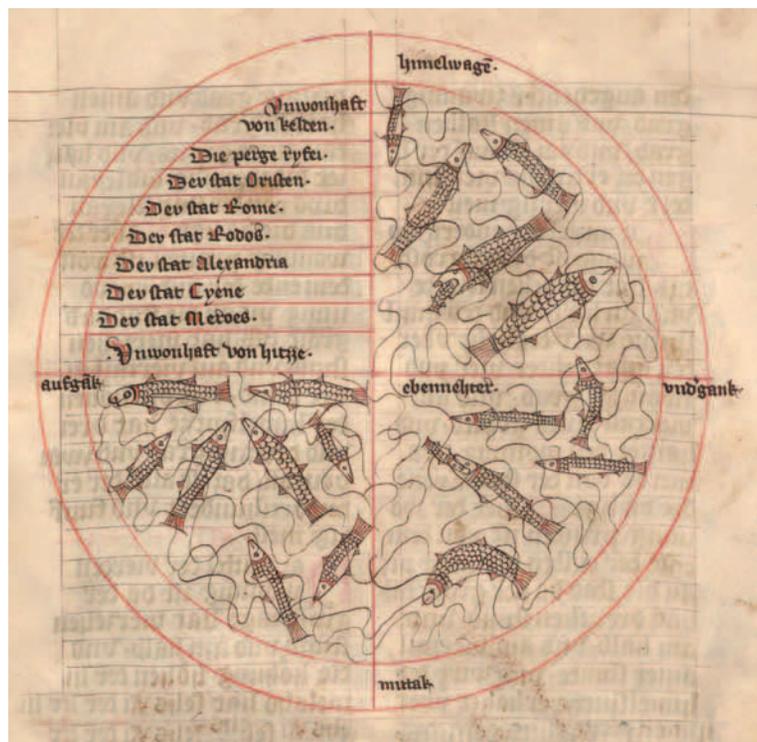


Figura 6. Conradus de Megenberg, 1347 ca. Zone climatiche nell'edizione critica tedesca *Tractatus de sphaera* di Giovanni Sacrobosco (John of Holywood), BSB, CGM 156. Dettaglio.

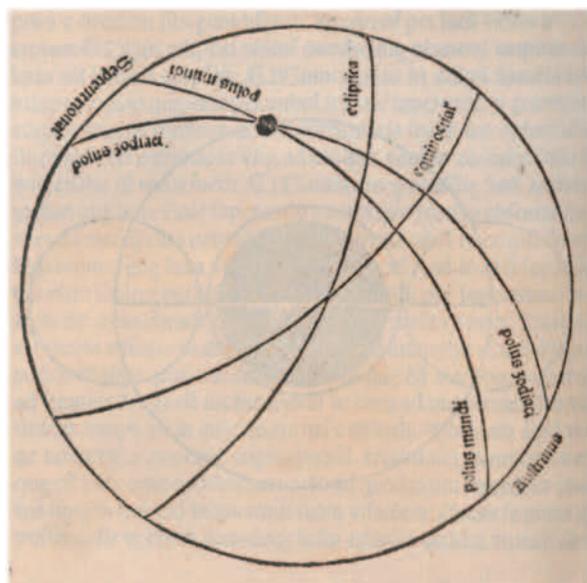


Figura 7. Giovanni Sacrobosco, Georg von Peurbach, Johannes Regiomontanus, Erhard Ratdolt, 1485. *Sphaera mundi - Contra Cremonensia in planetarum [...]*, BSG, OEXV 762 (2) RES (P.2).



Figura 8. Paulinus Venetus, 1328-1343. Mappamondo circolare (XIV sec.): Europa, Asia e Africa circondate dall'Oceano, *O. F. M., Chronologia magna*, GBNE, btv1b55002483j.

Per questo si volge anche alla *Carta catalana* (il mappamondo nautico estense, lo stesso che Campbell riconduce agli anni 1462-1464, Fig. 9) e alle linee orizzontali e verticali equidistanti che si originano dalle rose dei venti: *L'une d'elles est l'équateur et mentionnée comme telle sur l'Estense; une autre passant à proximité du finistère africain peut servir de «linea occidental»*. *La légende de l'Estense associe les deux lignes, ce qui conduit le lecteur de la carte à imaginer de les utiliser comme point de départ de mesures de latitude et de longitude effectuées sur la carte*.

Mancano ancora poche decine di anni all'altra rivoluzione della cartografia occidentale, quando le tavole tolemaiche inizieranno ad essere conosciute direttamente dopo l'arrivo del Crisolora a Firenze che inizia la traduzione della *Geografia* poi completata da Jacopo Angeli tra il 1406 e il 1410. Da allora si susseguirono diverse edizioni della *Geografia* e continuò la revisione delle coordinate più antiche. Si corressero le tavole e si arricchì l'iconografia, ma le carte tolemaiche non raggiunsero mai la precisione della carte portolano medievali.

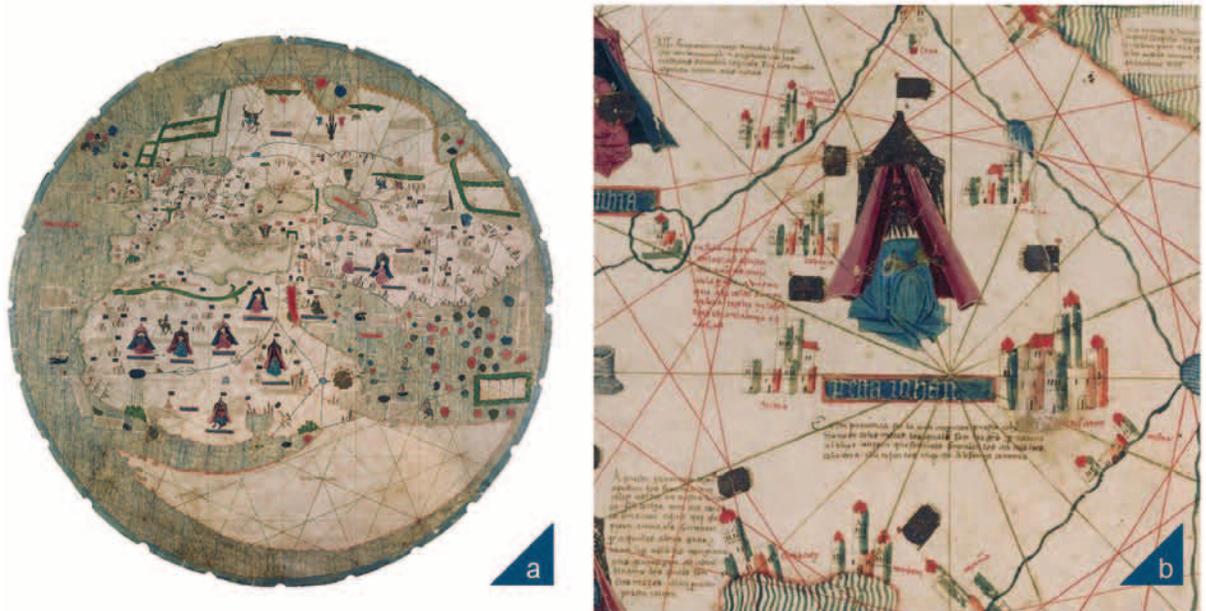


Figura 9. Petrus Roselli/Pere Rossell, 1462-1464. a) Mappamondo nautico estense; b) La linea equatoriale su *Arim*. Dettaglio. BEU C:G:A:1.

### Cronache e resoconti di viaggio

Guardando ai resoconti di viaggio per mare, sono quelli elaborati in occasione delle Crociate che offrono gli spunti per noi più interessanti. Dobbiamo pensare che le spedizioni in Asia e Africa, in partenza dai porti dell'Atlantico settentrionale in particolare, necessitavano di una fase organizzativa dedicata a rotte, distanze, soste, approdi, approvvigionamenti e alla conoscenza dei territori che si incontravano nel viaggio verso la Palestina o il Magreb o l'Egitto. Si tratta di informazioni e tappe patrimonio di un sapere nautico non necessariamente condiviso dagli organizzatori della Crociata ma che inevitabilmente dovevano essere trasmesse e con loro concordate prima della partenza. Altre indicazioni sulla navigazione medievale provengono da annotazioni raccolte durante il viaggio. Tra questi la *Narratio de itinere navali peregrinorum hierosolymam tendentium et silviam capientium*: un eccezionale documento del XII secolo proposto in più edizioni ottocentesche poi nuovamente analizzato da Charles Wendell David (1939) e in tempi più recenti, concentrandosi sulla Penisola Iberica e, in particolare, l'Algarve da Fraga da Silva (2011). È una sorta di resoconto quotidiano scritto lungo la rotta seguita dai crociati da Lowestoft (sulla punta orientale dell'Inghilterra) fino a Marsiglia lungo le sponde francesi e iberiche. Nel fornire una lunga lista delle località toccate dalla flotta, l'autore si attarda sui particolari geografici, sulla morfologia e sui diversi aspetti socio-

economici e politici delle aree considerate. Il testo aggiunge informazioni sulle coste nord-occidentali dell’Africa atlantica che evidenziano il debito con le conoscenze geografiche del mondo arabo e della Spagna moresca. Sarà poi Pierre Duhem (1913-1915, Tomo III, p. 201) a ricordare il contributo della comunità ebraica di Provenza e Linguadoca, altrettanto responsabile di traduzioni dall’arabo, ma molte informazioni vengono da *instructions nautiques en usage chez les marins* (Gautier Dalché 1995, p. 48). Frequente, come in altri documenti medievali che raccontano di viaggi per mare, è il ricorso ai termini di latitudine e longitudine per esprimere larghezza e lunghezza in miglia teutoniche (equivalenti a circa 7500 metri, ma si veda più avanti): lo stretto di Gibilterra *Habet autem strictum mare in latitudine duo nostra miliaria et sex in longitudine, sicut pendere potuimus* (David, 1939, p. 640).

Nelle *Gesta crucigerorum Rhenanorum* che raccontano della Quinta Crociata e della spedizione del 1217 di tedeschi e frisoni prima in Palestina e poi in Egitto, si può leggere “*Huius autem maris latera adstricta et in Europam terminata, montibus altissimis simeas nutrientibus precinguntur, castris etiam ac uillis, oppidis et ciuitatibus [circum] septa, quoque mercatoribus nota, decorantur; longitudo ipsius nauali cursu metienda sex horarum uentum expostulat, latitudo uero orizuntha in apprehensione hominis equitantis intelligibilem parumper excedit* (Gesta crucigerorum, 1879, p. 37).

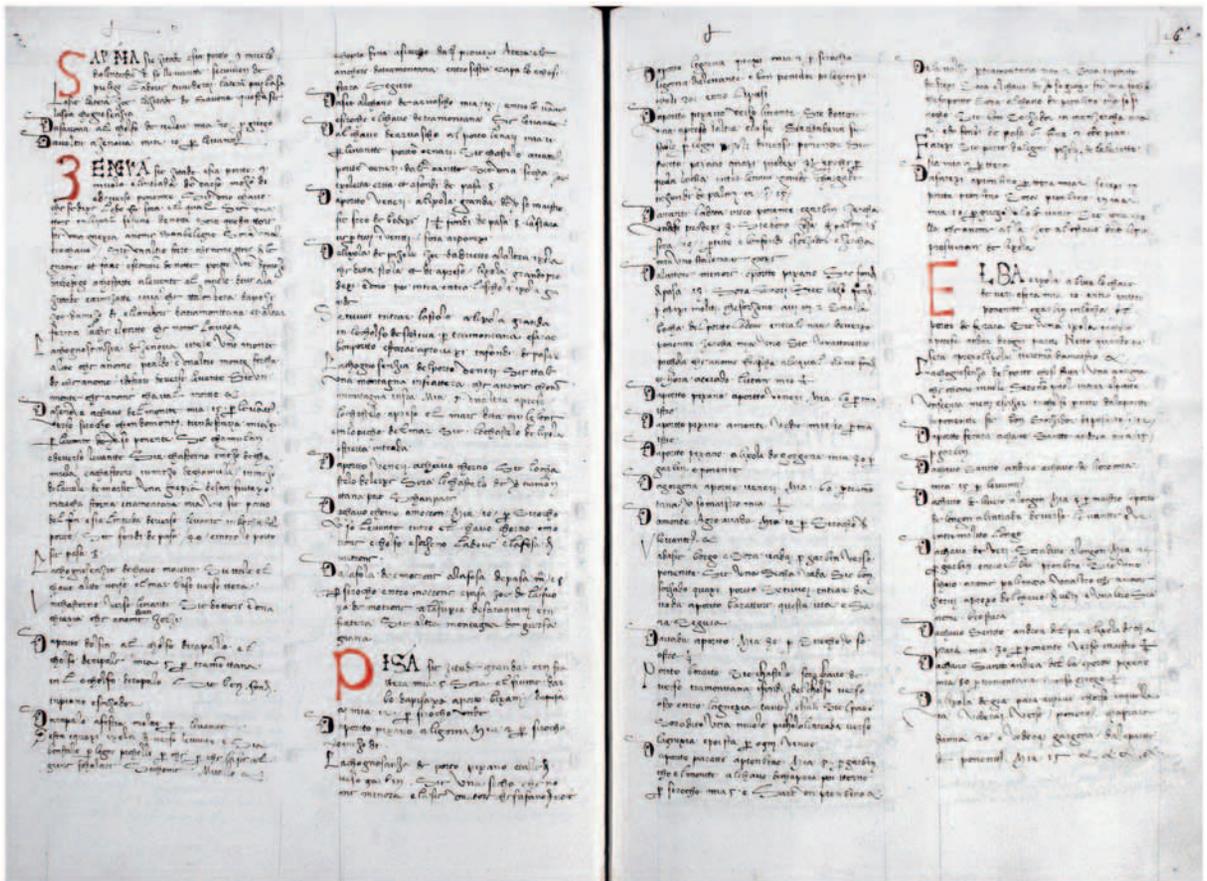


Figura 10. Anonimo, 1480. Portolano veneziano, Firenze, BNCF, Port. CL.XIII.71.

Gautier Dalché (1995) ha affiancato alla trascrizione del *Liber de existencia riveriarum et forma maris nostri Mediterranei* un approfondito studio. Il *Liber* è un testo composto a Pisa intorno al 1200 che, tra l’altro, riporta uno straordinario numero di rotte e distanze relative ai diversi luoghi del Mediterraneo.

Nell'introduzione l'autore anonimo (linee 166 e 184-187) specifica che si sono introdotte *longitudinem et latitudinem et angustum eorum [locorum] inter utrasque partes riueriarum Libie et Europe*, ma quel che più interessa è che le informazioni raccolte sui luoghi e le distanze che li separano si riflettono in una *cartula mappae mundi* che, quantomeno, testimonia della diffusione dei dati di latitudine e longitudine nel Mediterraneo (Gautier Dalché 1995, in particolare pp. 23 e 24).

Anche se il testo si distingue dai portolani descrittivi (che in aggiunta a rotte e distanze riportano in modo schematico le direzioni da intraprendere secondo la rosa dei venti, i bassi fondali, correnti, venti dominanti, consigli e procedure di avvicinamento ed allontanamento da un porto, Fig. 10), la narrazione anticipa la complementarità di due strumenti di navigazione: portolano e carta (nautica con tutta probabilità e visto che nel medioevo il termine *cartula mappae mundi* poteva esserne sinonimo) ma che, differentemente da quelle più diffuse e conosciute e analogamente a quella di Carignano, probabilmente si allargava a rappresentare anche le aree interne.

A partire dal XIX secolo si è tentato, con risultati spesso tutt'altro che convincenti, di servirsi dei portolani descrittivi per la ricostruzione di carte derivate. Nell'ultimo convegno *Digital Approaches to Cartographic Heritage* (Venezia, aprile 2017) le misure del *Liber*, tra l'altro, sono state utilizzate nell'ambito di moderni sistemi digitali di analisi spaziale (Balletti et al., 2017) per ricostruire una carta del Mediterraneo e delle coste atlantiche intorno al 1200 e cercare risposta alla questione della lunghezza del miglio nautico. In un apprezzabile tentativo di sintesi tra sapere umanistico e conoscenza informatica, gli stessi autori prudentemente propongono un modello sperimentale che si farà saldo una volta replicato con altri portolani descrittivi o *itinera*.

### **Molto prima delle carte portolano**

Nonostante appaia del tutto legittimo pensare ad un'attività cartografica diffusa, dagli anni di Tolomeo alla prima carta nautica conosciuta (della fine del XIII secolo), non ne restano che pochissimi esempi.

Niente resta della cartografia del periodo classico e, per quanto riguarda in generale la geografia, disponiamo solo di un formidabile patrimonio descrittivo del mondo conosciuto. Questo viene a formarsi a partire da Ecatèo (VI sec. a.C.) e, per citare solo le tappe più importanti, si sviluppa attraverso l'opera di Erodoto (V sec a.C.), di Dicearco (IV-III a. C.) e di Strabone (I d.C.). Sappiamo da riferimenti diretti e indiretti che, con buona probabilità, le opere di questi autori rimandano o originano cartografia, ma nulla ci resta se non le arbitrarie ricostruzioni che in tempi abbastanza recenti si è cercato di disegnare più per una funzionale esigenza di sinteticità che per una effettiva aderenza ai documenti di origine. Quello che si ricava dalle descrizioni è solamente una più o meno vaga forma di alcuni individui geografici (penisola, isola, promontorio, pianura, montagna, ecc.), la successione nello spazio dei vari luoghi descritti e, in alcuni casi fortunati, la loro disposizione in relazione ad altre regioni considerate. È così che le ricostruzioni moderne sostanzialmente utilizzano proporzioni e posizioni ricavate dalle nostre attuali conoscenze, ottenendo dei disegni più o meno "soggettivi" del Continente Antico. Il quadro d'insieme che possiamo ricavare è quello di un progressivo (ma non sempre) allargamento dell'orizzonte geografico conosciuto e del grado maggiore o minore di informazioni sulle varie regioni posseduto dagli autori in un determinato periodo. Per un cambiamento qualitativo occorre volgersi a Dicearco e a Strabone che, esplicitamente, cominciano ad affrontare la questione della posizione assoluta dei vari luoghi nello spazio geografico pervenendo ad un sistema di coordinate che avrà pieno compimento con Tolomeo. In queste pagine accenneremo solo alle testimonianze che palesano la diffusione in Europa del pensiero Tolemaico ben prima della traduzione latina di Jacopo Angeli (probabilmente terminata nel 1409) rinunciando a quella fruttuosa stagione di studi nel mondo medievale dell'Asia Centrale. Del millennio che separa Tolomeo dalla *Carta Pisana*, una volta escluse le rappresentazioni cartografiche che accompagnano i codici di vario contenuto, talvolta con scarsa relazione al testo tanto da far pensare ad elaborazioni autonome, non sono molte le fonti conservatesi. In queste pagine ci soffermeremo su due documenti.

Il primo, conservatosi in una copia probabilmente, del XII secolo, è la celebre *Tabula Peutingeriana*, di epoca romana (III-IV sec. d. C.) ritrovata da Konrad Peutinger nel 1507 e custodita presso la Biblioteca Nazionale di Vienna (Fig. 11). La carta rappresenta gli oltre 200.000 km di rete stradale imperiale ed è studiata e commentata da un'ampia bibliografia nonché riproposta in diversi siti web. Anche se mancante della parte più occidentale dell'Europa (cioè gran parte della Britannia e della Penisola Iberica) il rotolo di pergamena lungo 674 cm e alto 34, rappresenta quasi tutto il mondo allora conosciuto e specialmente le terre dell'impero. Continenti ed isole sono allineati in senso orizzontale lungo una percorso ideale sul quale si allunga e si stira lo spazio geografico senza tener conto di rapporti di scala né per le distanze né per le superfici. Mari, fiumi, catene montuose e pianure, sono esclusivamente segnalazioni marginali adatte a fornire un contesto geografico o ad indicare ostacoli naturali tuttavia prive di informazioni dettagliate. Lo sviluppo in senso longitudinale del disegno porta ad una cospicua deformazione del profilo delle terre che, anche se vagamente conservano forme riconoscibili, finiscono per assumere proporzioni e posizioni diverse da quelle reali rispetto ai punti cardinali. L'Italia, centro dell'impero, occupa cinque *segmenta*.



Figura 11. Anonimo (copia del XII sec.?). Italia centro-settentrionale nel segmento IV della *Tabula Peutingeriana*, ONB, Cod. 324. Dettaglio.

Il secondo documento conservatosi è un mosaico pavimentale trovato nel 1869 a Madaba, in Giordania (Fig. 12). Ci rimane circa un terzo dell'intera rappresentazione (riconducibile con una buona approssimazione al 560) che copre l'area tra il corso inferiore del Giordano e il delta del Nilo. Si ritiene che il mosaico misurasse circa sette metri per ventidue e che coprisse lo spazio geografico che a nord ha come limite la linea che unisce Biblo (oggi Gebeil) a Damasco e a sud Alessandria ed il Mar Rosso.

L'attenzione dell'autore è indirizzata sicuramente alla storia biblica, ma le informazioni fornite sono molto più ampie. Vi emerge una dettagliata rappresentazione di Gerusalemme, il delta del Nilo punteggiato di molte città, diverse stazioni di posta fuori Gerusalemme e due traghetti sul Giordano. Gli studiosi (Dilke, 1987b, pp. 263-266.) hanno cercato di individuare le fonti principali della rappresentazione. La prima, l'opera di Eusebio (vescovo di Cesarea, 260-340 ca.) sui toponimi della Sacra scrittura della quale ci rimane solo l'ultima parte: l'*Onomasticon* (Klostermann, 1904), un dizionario dei nomi geografici, in greco, contenuti

nella Bibbia, tradotto poi in latino e rimaneggiato da san Girolamo. Si tratta dunque di una lista di luoghi che avrebbe fornito alcuni dei toponimi e il testo per le notazioni presenti nel mosaico. La seconda fonte, con minor certezza, una carta itineraria romana simile alla peutingeriana. Madaba sorgeva lungo un'importante strada di collegamento tra Damasco e Aela (Eilat sul Golfo di Aqaba) che attraversava Filadelfia (Amman) e Petra. Per questa ragione, le città rappresentate, comprese quelle minori, sono disposte lungo questa direttrice viaria escludendo località più grandi ma lontane dai percorsi considerati.



Figura 12. Anonimo, VI sec. Il mosaico di Madaba, wiki commons. Dettaglio.

Anche se settoriali, queste due tracce testimoniano un sapere cartografico piuttosto esteso finalizzato, nel primo caso a seguire un itinerario lungo le strade dell'impero e, nel secondo, ad avere sotto gli occhi una sintesi grafica dei luoghi delle Scritture, magari in lettura nel luogo sacro che ospitava il mosaico.

A queste due rappresentazioni occorre aggiungere un'altra testimonianza non cartografica che può essere stata utilizzata come fonte di informazione e di verifica per ulteriori rappresentazioni dello spazio geografico. Lo *Stadiasmo* o *Periplo del Mare Grande* (un testo forse del I secolo, Medas, 2008) costituisce un'opera già compiutamente relazionata con la pratica della navigazione e che, almeno fino ad ora, rappresenta la radice, forse molto estesa, di quei portolani che ancora oggi sono in uso sulle navi e che fioriranno nel periodo medievale con esempi quali il *Liber de existencia riveriarum et forma maris nostri Mediterranei* (in latino del 1200 ca.) e il *Compasso da Navigare*, in italiano, di qualche decennio più tardi.

### L'uso delle coordinate nelle rappresentazioni dello spazio

Con queste premesse (pur considerando che delle migliaia di carte portolano prodotte tra fine XIII e fine XV secolo se ne conservano oggi un paio di centinaia di esemplari, mentre un migliaio sono gli astrolabi medievali rimasti, Arch, 2005, p. 63), resta difficile credere che il primo disegno di paralleli si riscontri solo all'inizio del XVI secolo. John Kirtland Wright (1923), partendo dalla traduzione delle *Tavole di Toledo*, riconosce che le posizioni relative a molti luoghi *were known with sufficient accuracy* e che la lista di coordinate delle *Tavole di Marsiglia* (come quelle di Toledo) fu *an aid to whomsoever might wish to transpose the tables to the meridians and parallels of these stations [...] But, so far as we know, no map was ever made.*

Lo studio attento dei manoscritti medievali ha condotto anche a ribaltare interpretazioni che a lungo hanno dominato il pensiero scientifico moderno. Basti in questo senso guardare all'idea che vede il pensiero dell'età di mezzo costretto nei limiti di una terra piatta, degli antipodi e di terre sconosciute abitate da creature mostruose, oppure alla scarsa attenzione dedicata ai testi originali che ha visto gli

studiosi operare su trascrizioni poi rivelatesi arbitrarie: nello specifico la trascrizione di Antonio de Capmany (1787) de le *Ordenanzas de las armadas navales de la Corona de Aragon* approvate nel 1346 da Pedro IV che avrebbe imposto a bordo di galere grandi o di *primera classe* la dotazione di *dos cartas de marear* (cfr. Pujades i Bataller, 2007, p. 426 e n. 21). Qualcosa di simile, è nostra opinione, è successo anche per l'assenza della scala della latitudine dalla cartografia nautica medievale, che ha trovato poche giustificazioni diverse dalle più semplici: per i naviganti non ne esisteva la necessità, mentre la fioritura astronomica e geografica che abbiamo appena descritto resterà confinata nell'ambito dei saggi, degli eruditi e delle scuole, senza riflessi su applicazioni pratiche come, appunto, in cartografia. La conseguenza di questo ragionamento è che la comparsa della scala della latitudine viene associata a un nuovo modello cartografico *that was developing from the introduction of astronomical navigation, in the last quarter of the fifteenth century* (Gaspar 2012, p. 182). È un'affermazione che lascia supporre che in precedenza si navigasse con scarse conoscenze astronomiche.

Un segnale della diffusione delle coordinate al di là di un ristretto mondo "scientifico" si può riscontrare già nel *Dittamondo* di Fazio degli Uberti (Prinari, 2007 e Fig. 13). Si tratta di un poema che presenta un elementare impianto scientifico, dove si racconta di un viaggio immaginario per il mondo di Fazio con Gaius Iulius Solinus (III sec. d. C.). Il *Dittamondo* appartiene a quelle opere che illustrano le *mirabilia mundis* ed è destinato all'educazione di settori della popolazione collegati al commercio. È scritto in versi ma considera la navigazione per dare informazioni geografiche di base che riportano ad al-Fargani, come confermano le dimensioni della Terra: una sfera dove il grado di latitudine corrisponde a 56 miglia e 2/3, una circonferenza pari a 20.400 miglia dove il mondo abitabile si riduce al quarto di 5.100 miglia.

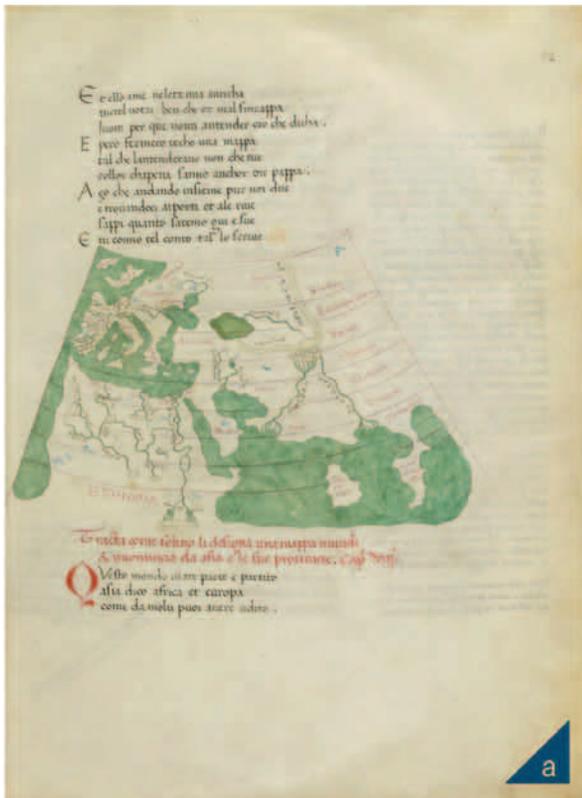


Figura 13. Il *Dittamondo* di Fazio degli Uberti, II metà del XIV sec. in una copia del 1447. a) mappamondo; b) *climata*, GBNF, btv1b842680j.

*Ché a l'uom val poco penter dopo il danno; / e pregiato è il nocchier, che'n suo' peleggi / conosce i tempi e sa fuggir l'affanno. / E però quel ch'io dico nota e leggi, / a ciò che sappi sì guidar lo remo, che la tua barca non rompa né scheggi. / Partito è il ciel, ch'è tondo e senza scemo, / lin trecento sessanta gradi a punto / e tondo è il centro suo, dove noi semo. / E ciascun grado occupa e tien congiunto / miglia cinquanta sei sopra la terra, / con due terzi che d'uno ancor v'è giunto. / Or se questa ragion, ch'io fo, non erra, / veder ben puoi che'n tutto gira e piglia, / col mar che'l veste e che d'intorno il serra, / venti milia con quattrocento miglia: / del quale il mezzo è manifesto a noi, / è'l dove è'l come l'uom ci s'infamiglia. / L'altra metà, che ci è di sotto, poi, / nota non è, né qual v'abita gente; / ma pure il ciel vi gira i raggi soi. / E così dal levante a l'occidente / diece milia dugento dir si puote di miglia: / e ciò per lungo si consente. / Poi, per traverso, perché il sol percuote / in una parte più e in altra meno, / secondo che i cavai guidan le ruote, / tanto gli è stretto a l'abitato il freno, che cinque milia cento miglia fassi; / il più bel tien settentrione in seno* (Prinari, 2007). Ci pare significativo annotare che le stesse misure e lo stesso riferimento ad al-Fargani si ritrovi duecento anni dopo nel Diario di Colombo (Varela, 1992, Postilla 5, p. 2).

In realtà, una volta esclusa la carta di Francesco Beccari del 1403, non conosciamo una data precisa per la comparsa della scala della latitudine: i prototipi considerati in letteratura sono quasi tutti privi di data. Così per il planisfero di Juan de La Cosa, che intorno al 1500 mostra l'Equatore (Fig. 14), il Tropico del Cancro (ma su quest'ultimo si vedano le osservazioni in Robles Macias, 2010) e la *línea meridional* (un meridiano che ha visto i commentatori dividersi tra chi lo riconduce al trattato di Tordesillas, chi al punto identificato da Colombo dove la declinazione magnetica è uguale a zero e chi al meridiano menzionato nel 1493 nella bolla *Inter Caetera* di Papa Alessandro VI). Lo stesso vale per la carta del Cantino, che un recentissimo studio di Metcalf (2017) attribuisce a Pedro Reinel (Fig. 15) e che intorno al 1502 traccia i Tropici, l'Equatore, il Circolo polare artico. Diversamente, per una scala graduata dobbiamo a Pedro Reinel (ma il dibattito sulla data del 1504 è ancora aperto, Fig. 16), Niccolò Caveri (1504-1505), Ottomano Freducci (1514-1515, Fig. 17) e, finalmente, a quella di Vesconte Maggiolo datata 1516 (Fig. 18).



Figura 14. Juan de la Cosa, 1500, MMN, Inv.257.



Figura 15. Anonimo, 1502 ca. *Planisfero del Cantino*, BEU, C.G.A.2.



Figura 16. Pedro Reinel, 1504 ca., BSB, Cod.icon., 132.



Figura 17. Ottomano Freducci, a. 1514-1515. ASE, C.N., 15.



Figura 18. Vesconte Maggiolo, 1516. SMHL, HM., 427.

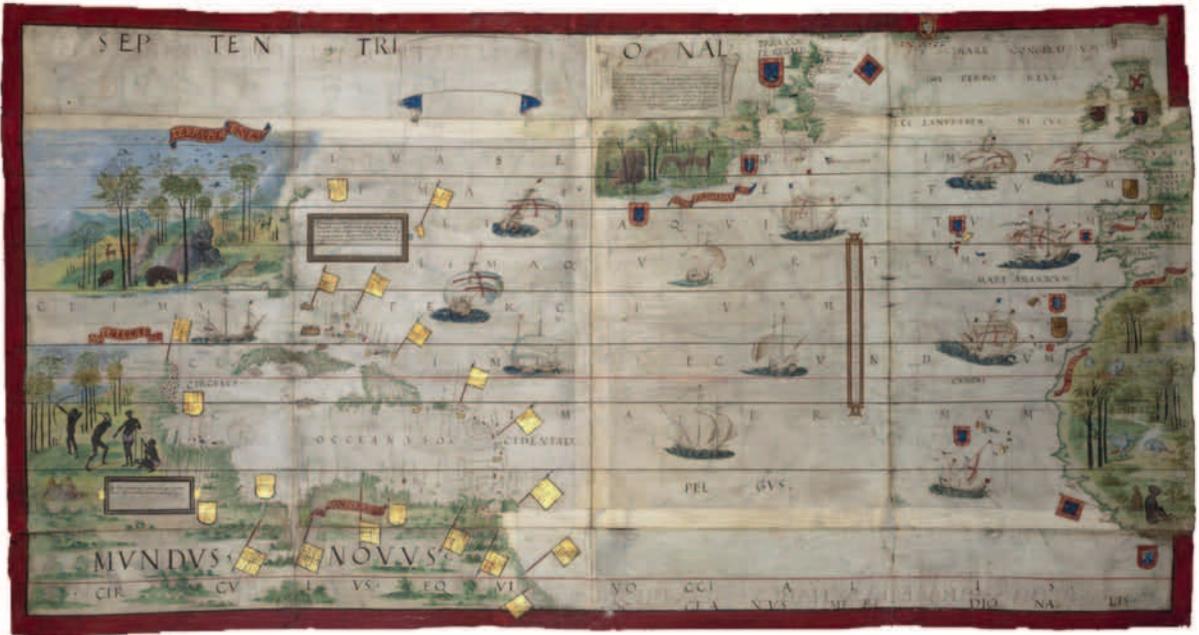


Figura 19. Lopo Homem ?, 1519. *Atlas Miller*, GBNF, btv1b59011484.

Merita allora tornare indietro nel tempo, al *Nuzhat almustaq fi'khtiraq al-afaq*, più noto come *Libro di Ruggero* (*Kitab Rudjar*) di al-Idrisi che, quantomeno nella prima stesura, va fatto risalire al 1154. In estrema sintesi si tratta di un'opera geografica accompagnata da una *mappa mundi* (Fig. 20) e da un atlante di settanta fogli (Figg. 21 e 23) che comunemente si ritengono derivati da un disegno inciso su un disco argenteo di cui non rimane più traccia. Lo studio più approfondito sul *Nuzhat* scaturisce, nel secolo scorso, da un'opera in più volumi di Miller (1926-1931) che nel *Mappae Arabicae* ha messo a confronto le sei copie conservate in diverse depositarie.

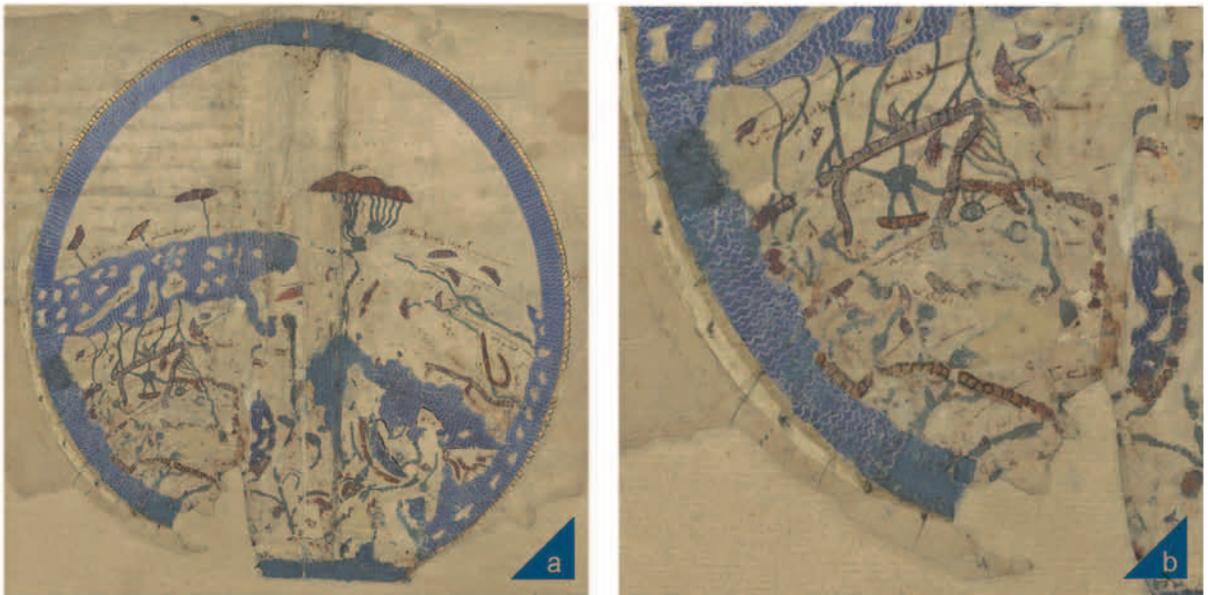


Figura 20. Al Idrisi, XII sec. a) Mappamondo circolare del *Nuzhat*; b) dettaglio sui paralleli, GBNF btv1b6000547t.

Il *Nuzhat* fu commissionato dal re normanno Ruggero II (ammirato per la *proficiency in mathematical and practical sciences and for his devising "iron" instruments for calculating latitudes and longitudes*, Ahmad, 1984, p. 156) ad Abu Abdullah Mohammed Ibn al-Sharif al-Idrisi. Arioli (2015), nel sottolineare la scarsità dei dati biografici dell'autore (vissuto con buona probabilità dal 1100 al 1165) e la scarsa fortuna o il vero e proprio oblio della sua opera nel mondo arabo medievale e moderno, fa dichiaratamente sua l'ipotesi di Francisco Pons Boigues (1898, p. 232) per ricordare che al-Idrisi era una figura di nobile famiglia sciita al servizio di un re cristiano e per di più nel bel mezzo dell'epoca delle Crociate: per la maggioranza sunnita, un traditore da dimenticare. In questo panorama si affacciano dunque delle ipotesi biografiche che attingono alle copie del *Nuzath* (l'originale è perduto) o agli assai limitati spunti della letteratura araba che a lui rimandano mentre continua il dibattito sull'attribuzione di un secondo manoscritto geografico, il cosiddetto *Little Idrisi* (ovvero *Rūd al-Uns wa nuzhat al-nafs: Il giardino del diletto e sollievo dell'anima*), che lo stesso autore avrebbe scritto per Guglielmo II, figlio di re Ruggero, succeduto al padre. Al-Idrisi sembra non fosse *well versed in either geography or cartography* (Ahmad, 1984, p. 156) ma riunì alla corte di Sicilia un folto gruppo di collaboratori e studiosi per produrre un'opera frutto di un lunghissimo studio e di un'altrettanto imponente raccolta di dati provenienti da fonti del passato (Tolomeo, Orosio e una dozzina di autori arabi) nonché da informazioni raccolte da viaggiatori, mercanti e naviganti di passaggio in Sicilia.

Tra le fonti islamiche di al-Idrisi si è ricordato l'*Aja'ib al-aqalim al-sab'ah* di Suhrah, composto nel X secolo e che, oltre a fornire tabelle di latitudini e longitudini (e palesare debiti con l'opera di al-Khwarizmi), spiega come costruire un mappamondo rettangolare basato su coordinate e accompagnato da una *lateral scale of 180 degrees at the top and at the bottom of the map, and a vertical scale down each side divided into 110 degrees (90 degrees to the north, and 20 degrees to the south of the equator*, Savage-Smith e Rapoport, 2008, p. 129, ma anche [www.bodley.ox.ac.uk/bookofcuriosities](http://www.bodley.ox.ac.uk/bookofcuriosities)). Queste, nelle carte di al-Idrisi, vengono a coincidere con sette zone climatiche latitudinali che si stendono verso Nord a partire dall'equatore (così come definite da Tolomeo e seguite da buona parte degli autori arabi con allargamenti della latitudine Nord) e dieci sezioni longitudinali ove si inseriscono i luoghi abitati secondo le loro *coordinates with the aid of a pair of weighted strings extended between the horizontal and vertical scales* (Fig 21).

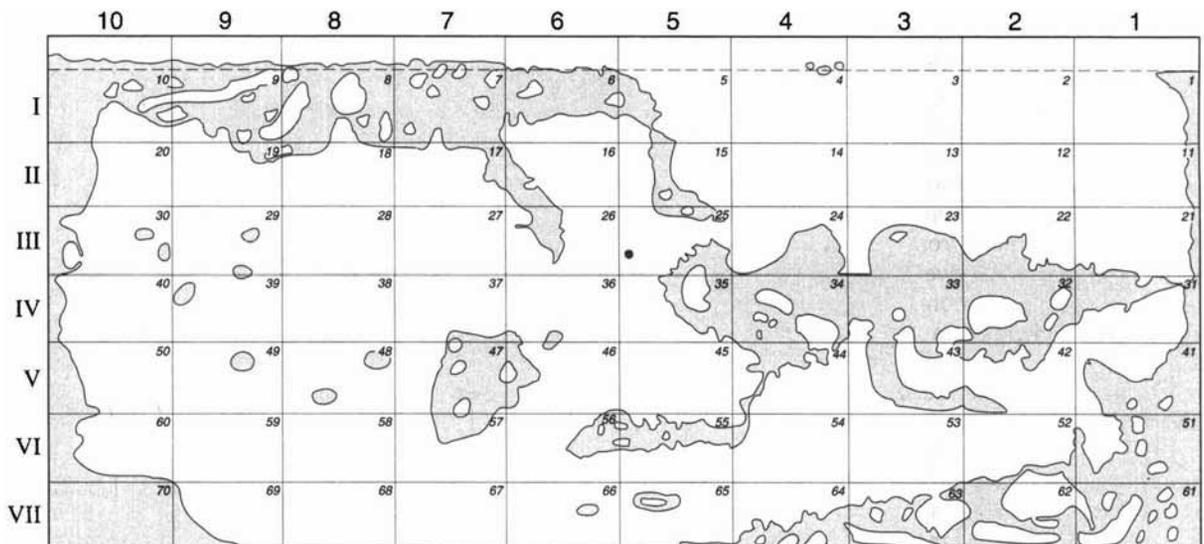


Figura 21. Schema della distribuzione delle tavole del *Nuzath*.

Il risultato di questo procedimento sarebbe stato una proiezione ortogonale a linee parallele ed equidistanti in tutto simile alla proiezione di Marino di Tiro descritta (e pur non accettata) nella *Geografia* di Tolomeo

(Johns, e Savage-Smith, 2003 p. 13). La stessa proiezione riemergerà *when latitude scales came to be added in the sixteenth century to charts whose Mediterranean outlines were essentially copies of earlier models, the parallels were equidistant* (Campbell, 1987, p. 386).

L'applicazione dei principi cartografici di Suhrah si manifesta anche nel *Kitab Ghari'ib al-funun wa-mulah al-'uy*: il *Libro delle Curiosità delle Scienze e delle meraviglie degli occhi*. Un trattato arabo incompleto, probabilmente composto in Egitto alla fine dell'XI secolo e conservatosi in una copia, altrettanto probabilmente del XIII secolo (Bodl, MS. Arab. c. 90). È suddiviso in due libri: uno dedicato alla sfera celeste, l'altro a quella terrestre ([www.bodley.ox.ac.uk/bookofcuriosities](http://www.bodley.ox.ac.uk/bookofcuriosities)). Vi sono espliciti riferimenti alla *Geografia* di Tolomeo ed è accompagnato da carte tra le quali spiccano un mappamondo rettangolare e una carta del Mediterraneo in cui si inserisce una scala grafica graduata segnata da numeri che pur fermandosi al 135 sembrano replicare il modello di Suhrah, suggerendo *that a graticule of some sort may have been employed in the map's prototype*. Come anticipato, il *Libro delle Curiosità* contiene anche una carta delle isole e delle coste mediterranee il cui formato determina una disposizione dei toponimi analoga a quella delle carte portolano medievali. L'autore accenna all'esistenza di carte del mare salvo affermare che queste non possono essere accurate sia per le continue, talvolta imponenti, variazioni della linea di riva sia perché, *if the shape of the sea is reproduced accurately, on the basis of longitude and latitude coordinates, and any given sea is measured in the manner described by Ptolemy in his book known as Geography, the [contour of the] sea would form sharp and obtuse angles, square and rounded lines. This shape of the coast exists in reality, but, even if drawn by the most sensitive instrument, the cartographer [muhandis] would not be able to position [literally, 'to build'] a city in its location amidst the sharp or obtuse angles [of the coast] because of the limits of the space that would correspond to a vast area in the real world* ([http://cosmos.bodley.ox.ac.uk/Chapter 2.6 fol. 29a, lines 13-17](http://cosmos.bodley.ox.ac.uk/Chapter%202.6%20fol.%2029a,%20lines%2013-17)). Sono dunque il formato, i tanti toponimi e la necessità che *everyone will be able to figure out [the name of any] city* ad imporre la rinuncia ad una più realistica rappresentazione delle coste, ma resta evidente il richiamo alle carte nautiche. Tornando al *Nuzhat*, Johns e Savage-Smith (2003 p. 13 e 14), osservando l'assenza di una relazione del mappamondo con l'apparato testuale e comparandolo con quello del *Libro delle Curiosità*, giudicano il primo come una versione virtualmente identica al secondo, che dimostrerebbe come *this circular world map was in fact designed well before al-Idrisi's day*.

Traslitterazioni e traduzioni dell'opera di al-Idrisi si susseguono quantomeno dal 1592. La complessità del lavoro trova una prima sistemazione in italiano nel *Sollazzo per chi si diletta di girare il mondo* di Amari e Schiaparelli (1883) mentre a partire dagli anni Settanta del secolo scorso inizia una nuova edizione critica del testo nell'edizione a fascicoli dell'*Opus Geographicum* (1970-1984), che ha impegnato gli autori quasi quanto al-Idrisi nella redazione dell'opera. Di essa non ci resta la versione originale, nelle copie cui possiamo far riferimento incontriamo errori nel posizionamento di luoghi (oltre 5000 quelli presenti nel testo), omissioni e anche isole immaginarie (Arioli, 2015, pp. 85-106). In letteratura, si incontra un serrato dibattito sull'identificazione dei toponimi e resta aperto l'interrogativo se errori e distanze incoerenti (soprattutto quelle siciliane, così come riscontrabile in Rizzitano, 1966, p. 35 e p. 64 in particolare) siano dovute al copista oppure all'autore.

La copia più antica (mancante di due carte) è il MS arabe 2221 conservato alla Biblioteca Nazionale di Francia e databile intorno al 1300. Le carte, che sono in stretta relazione col testo, coprono sette zone climatiche che corrono per 64° di latitudine. Al-Idrisi spiega: *La divisione per Climi è stata quella adottata, la quale quantunque poco pratica, presentavasi la più facile. Perocché veniva meno il sistema astronomico delle longitudini, e delle latitudini, una volta riconosciuto che le posizioni date da Tolomeo non rispondeano più alla realtà* (Amari e Schiaparelli, 1883, p. XI) per questo *we divided the length of each climate into ten divisions, deciding the divisions by longitude and latitude* (Ahmad, 1984, p. 160 così come in *Opus geographicum*, fasc. 1, p. 13 n. 5). L'Italia del Nord è compresa nelle zone 4 e 5 (Fig. 22).

La superficie terrestre di al-Idrisi ha la forma di un globo diviso a metà dalla linea equatoriale che ne segna la longitudine, mentre tra la linea equatoriale ed ognuno dei due poli si contano 90°. *Però la parte abitata della terra di qua e di là dall'equatore si estende per [soli] 64 gradi; il rimanente è deserto e spopolato per l'intensità del freddo e del gelo*. (Amari e Schiaparelli 1883, p. 9).



Figura 22. Al-Idrisi. L'Italia ricomposta dalle tavole della zona 4 foglio 2 (Sicilia e Calabria), foglio 3 (Calabria Puglia e Grecia meridionale), zona 5 foglio 2 (Italia centro-settentrionale) e foglio 3 (Italia centro-meridionale). Le dimensioni e dunque la scala dei singoli fogli corrispondono in modo accettabile. Molte delle informazioni contenute nella carta riguardano i centri abitati disposti lungo le coste ma non mancano riferimenti a insediamenti nelle aree interne. Siamo ancora lontani dall'applicazione sistematica della bussola nelle ricognizioni di rilevamento. La disposizione dei toponimi rimanda a quella delle carte portolano. GBNE, btv1b6000547t.

È un modello che sembra prefigurarsi anche nel mappamondo circolare dove si distinguono delle linee curve che si stendono in senso est ovest e sembrano avvicinarsi nella direzione del polo Nord e dell'Equatore (Fig. 20). Possono ricordare le linee dei paralleli o le linee dei *climata*.

Nelle pagine introduttive al-Idrisi scrive che il lavoro impegnò lo stesso re Ruggero per quindici anni e che *volle ritrarre con certezza la verità di quello su di che erano rimase d'accordo le persone alle quali si è accennato intorno le latitudini e longitudini delle musàfat* [luoghi] *dei paesi* (Amari e Schiaparelli 1883, p. 6, n. 3 ma vedi anche Ahmad, 1984, p. 159). Quest'ultimo rimandando ad una nota dell'*Opus geographicum* (fasc. 1, p. 6, n. 5) sottolinea che re Ruggero *wished to make sure of the accuracy of what these people had agreed upon both of longitudes and latitudes [and in measurements between places]* tanto che una fase della produzione del mappamondo propedeutico alle carte del *Nuzhat* sarebbe stata occupata collocando *the material on the drawing board and simultaneously ascertain latitudes and longitudes with the help of instruments as part of the compilation process*. Ciononostante sono in tanti a definire le sue carte comparabili a quelle tolemaiche (Bresc e Nef, 1999).

### Come si navigava, velocità e tempi di percorrenza

Dal punto di vista del navigante del Mediterraneo, o comunque di tratti di mare ben conosciuti, la costruzione di una carta sulla base di una proiezione e la presenza di una scala della latitudine interessava poco e magari poteva comportare anche qualche complicazione: fra le prime la capacità di comprensione. I viaggi erano relativamente brevi, la terraferma nei casi meno fortunati poteva scomparire dalla vista al massimo per due giorni, quel mare era conosciuto e solcato da secoli. Accadeva però di incappare in lunghe bonacce o improvvise tempeste che potevano far perdere l'orientamento e condurre su scogli, bassi fondali o in aree ostili.

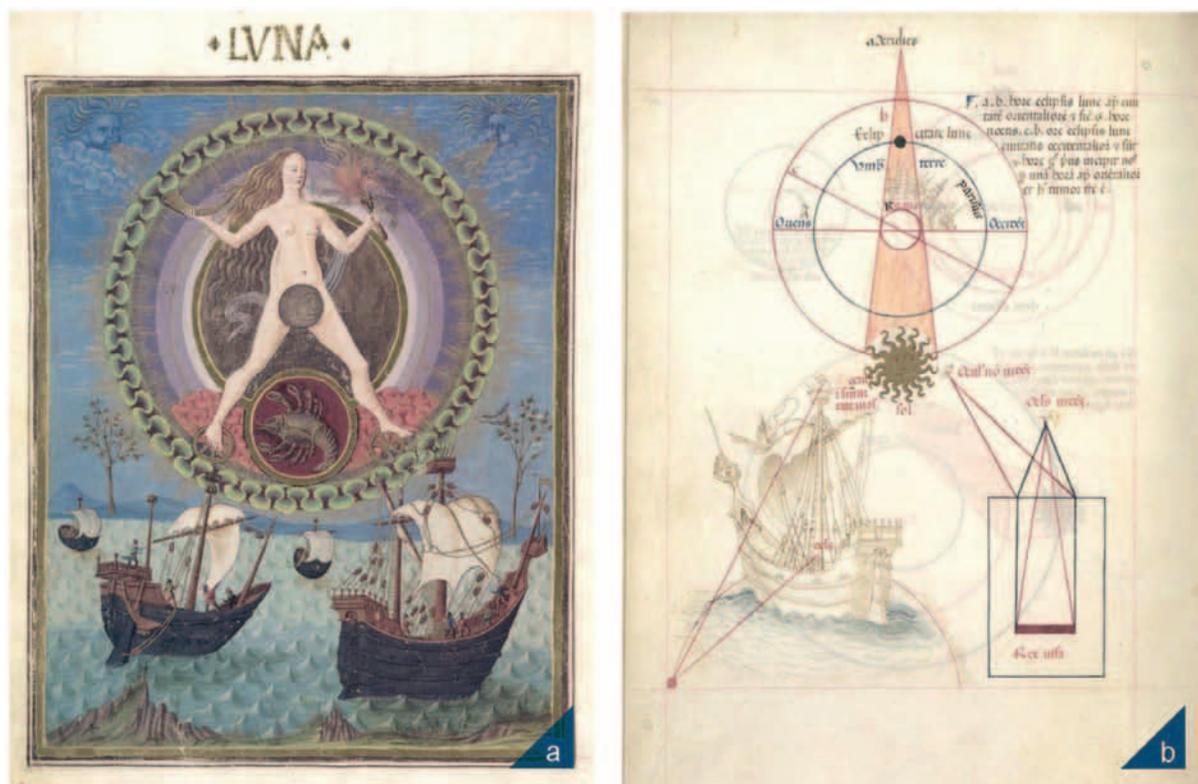


Figura 23. Cristoforo de Predis, XV sec. *Sphaerae coelestis et planetarum descriptio*. a) Luna e navi; b) osservazioni a bordo, BEU, LAT. 209, <http://bibliotecaestense.beniculturali.it/info/img/mss/i-mo-beu-alfa.x.2.14.html>.

In questi casi, magari sulle rotte intercontinentali o sulle rotte d'altura (Spagna-Sardegna, Grecia-Sicilia, Italia-Africa o più genericamente da un'isola all'altra) conoscere la posizione della propria imbarcazione tornava utile anche se la misurazione della latitudine a bordo non poteva essere precisa (abbiamo già scritto che un errore di mezzo grado nel calcolo equivale a una cinquantina di chilometri). Se la terra era in vista, carta, bussola e, di notte, l'osservazione astronomica avrebbero aiutato a riprendere la rotta giusta. Diversamente, bastava che la nave raggiungesse la latitudine nota della località di destinazione e quindi proseguire *verso levante o verso ponente, mantenendo la rotta per parallelo, controllando costantemente, con i riferimenti astronomici che la latitudine restasse uguale* (Medas, 2004, p.176). Del resto è ben prima della diffusione della bussola, utilissima lontano da terra e quando gli astri non sono visibili (la prima testimonianza del suo utilizzo a bordo è della fine del XII secolo, Gautier Dalché, 2013b, p. 465), i naviganti - al di là della stella e/o della costellazione presa a riferimento per il nord (la polare, le circumpolari, le orse maggiore o minore che avevano un raggio di visibilità maggiore - avevano sicuramente chiare le direzioni degli altri punti cardinali e dovevano avere imparato che la stella polare non corrisponde al prolungamento dell'asse terrestre (oggi la stella polare vi dista circa 1 grado mentre il nord magnetico varia, anche rapidamente, nel tempo).

È opinione diffusa che, in condizioni normali, la navigazione mediterranea medievale fosse affrontata con il punto stimato (*dead reckoning*): un metodo molto approssimativo che valuta la posizione di una nave a partire dal luogo di partenza e calcola le posizioni successive misurando grossolanamente velocità, tempi e direzioni. Le rotte lungo costa potevano fare anche a meno del *dead reckoning*, l'esperienza e il riconoscimento visivo delle coste, magari con l'aiuto di una carta, potevano essere sufficienti.

Illuminante in questo senso *Le grant routtier et pyllottage et encrage de la mer* di Pierre Garcie detto Ferrande commentato da Arízaga Bolumburu e Bochaca (2007). Frutto di una conoscenza dovuta all'esperienza personale, il *routtier* è stato composto nella seconda metà del XV secolo ed il suo successo è testimoniato da

ristampe che arrivano alla metà del XVII secolo. Ha rappresentato un punto di riferimento per la navigazione del Golfo di Guascogna. Era un passaggio obbligato sulla rotta delle Fiandre (apertasi a viaggi sempre più frequenti a partire dal XIII secolo) e veniva anche attraversato al largo: navi fiorentine nel 1443-1444, in una situazione di venti e correnti estremamente favorevoli, avevano coperto le 900 miglia che separano Bayonne e Dartmouth in appena tre giorni (Mallett, 1967). Pierre Garcie vi descrive sia il cabotaggio sia la rotta d'altura che collega la Punta di Penmarch a Capo Ortegale (circa 500 km). I suoi strumenti sono bussola e la memoria visiva del profilo costiero tanto che nel testo si fa scarso riferimento ai punti cardinali (anche se a bordo non manca una bussola con l'ago sovrapposto ad una rosa dei venti divisa in 32 sezioni).

Dunque scarso utilizzo di astrolabio e carte ma ricorso ad una lunga esperienza di navigazione che inizia ad essere acquisita, spesso in ambito familiare, nei primissimi anni di età svolgendo le mansioni di bordo meno delicate. Una conoscenza empirica della navigazione, anche se pare poco discutibile che almeno l'osservazione della volta celeste e una parte delle conoscenze già patrimonio del mondo scientifico di una ventina di secoli avanti (Pitea di Marsiglia nel IV sec. a.C. aveva suggerito che la posizione del Polo Nord celeste non poteva essere contrassegnata da una singola stella, Bianchetti, 1998 e Medas, 2004, p. 163) venissero ignorate proprio da coloro i quali ne avrebbero potuto fare utile e ampio utilizzo. È così che si può concludere che *il serait donc faux d'établir une ligne de separation radicale entre pratique astrologico-astronomique et cartographie* (Gautier Dalché, 2013b, pp. 230 e 231). Noi siamo abituati a calcolare i tempi di percorrenza in base alle distanze. Una rotta Genova-Palermo se contrastata da cattivo tempo può condurre ad un ritardo di qualche ora ma si tratta di un successo relativamente recente. Quando si navigava a remi e a vela, le distanze avevano un diverso rapporto con i tempi di percorrenza: le condizioni dell'imbarcazione e quelle meteo-marine divenivano le variabili più importanti e potevano ridurre significativamente, o ritardare anche di settimane, l'arrivo al porto di destinazione. Mallett (1967) ripropone un diario di viaggio del terzo decennio del XV secolo accompagnandolo ad un eccezionale studio sulla navigazione della flotta comunale fiorentina. Luca degli Albizi naviga da Porto Pisano alle Fiandre a bordo di galee. In quegli anni Firenze si serviva di *Great Gallies* (quelle fiorentine del terzo decennio del XV secolo misuravano mediamente 75 braccia di lunghezza per una larghezza massima di 10 braccia) e di *Long Gallies*: 72 braccia in lunghezza per 6 braccia di larghezza. Si tratta di due delle imbarcazioni più diffuse tra le marinerie europee che si affacciano sul Mediterraneo. Si può guardare alla *Great Galley* come alla diretta concorrente della Caracca spagnola, la più grande nave a vela del XV secolo (la sua portata arrivava a 1000 tonnellate, la caravella a 250) inevitabilmente destinata ad incontrare difficoltà maggiori nelle manovre nei porti. La galea era più veloce ed aveva il merito di risultare più manovrabile, pur richiedendo un gran numero di marinai. Si trattava di una nave in cui gli uomini si disponevano per tre su un banco con un remo ciascuno). Era dotata di 2 o 3 alberi che montavano una vela latina e potevano allontanarsi di più dalla costa per meglio sfruttare venti e vele. Una galea grande, tra l'altro più adatta alla navigazione invernale, imbarcava 200-220 marinai, di cui circa 150 ai remi usati soprattutto per l'ingresso e l'uscita dai porti e in casi di emergenza. I rematori non erano schiavi, godevano di paghe tutt'altro che basse e avevano tutto l'interesse a partecipare con convinzione alla difesa della nave.

Diversamente, le più manovrabili galee lunghe preferivano il cabotaggio ed un uso più frequente dei rematori; per questo e, non sempre con successo, potevano intervenire in appoggio e in difesa delle più grandi. Visto che i mari erano tutt'altro che liberi da pirati o marinerie antagoniste, si preferiva muoversi in flotte: fin dal XIV secolo gruppi di 4-5 (le più diffuse) fino a 12 imbarcazioni solcano il Mediterraneo. Sono flotte di stato (o comunque di carattere pubblico) o private ma al loro seguito, frequentemente, si aggiungevano altrettante imbarcazioni più piccole che approfittavano della forza difensiva e del deterrente offerto dalle grandi navi. Naturalmente si preferiva navigare nelle stagioni migliori e i viaggi si riducevano drasticamente tra novembre e marzo (mesi in cui, tra l'altro, il cielo si presentava frequentemente coperto e l'orientamento più complicato), ma si navigava anche in inverno. Nel 1427 una flotta fiorentina parte il 4 novembre da Londra per sbarcare a Porto Pisano a metà marzo ma, nel 1429 e nel 1430, da Southampton a Porto Pisano si impiegano solo 32 giorni. Ciononostante, il primo non può essere considerato un lungo viaggio. Un itinerario nel più vicino levante poteva durare anche dieci mesi (di solito erano più brevi) considerando rotte, soste e i diversi scali

per caricare e scaricare. Ad allungare i tempi venivano le lunghe attese nei porti determinate dalle necessità commerciali o diplomatiche (in Inghilterra una volta a destinazione, prima del ritorno, ci si poteva fermare più di un mese nei porti di Southampton o di Londra) oppure dai venti sfavorevoli. Per avere un'idea di una rotta che possa essere considerata veloce possiamo guardare alle galee dirette da Livorno ad Alessandria con partenza in aprile e ritorno a settembre o alla rotta seguita nel 1437 con partenza in agosto e scarico delle merci a Costantinopoli alla fine di ottobre oppure a quella, con meno soste, affrontata nel 1459 da metà agosto al 28 settembre (Mallett, 1967, p. 57 e p. 65).

Si è stimato che un mercantile antico viaggiasse ad una velocità compresa tra i tre e i cinque nodi (con l'approssimazione di un nodo, Medas, 2004, p. 41). Tornando alla *Narratio de itinere*, lo studio condotto da Luis Fraga da Silva (2011) ci racconta anche dei tempi di percorrenza e delle miglia coperte durante la terza crociata. In 24 ore di navigazione e con venti favorevoli si potevano percorrere anche più di 100 miglia, ma con vento scarso, come nell'esempio del tragitto Lisbona-Alvor, circa 50 miglia avevano richiesto poco meno di 3 giorni e non mancano altri episodi dove le navi in attracco hanno dovuto aspettare per lunghi giorni i venti favorevoli per salpare. Per avere un'idea più generale, un percorso di 30 a 45 miglia nautiche nel corso delle 24 ore era considerato molto lento, uno da 45 a 55, lento, velocità superiori alle 85/90 miglia, veloci e favorevoli.

Con l'avvio delle grandi scoperte e delle esplorazioni cambia la richiesta di un mercato cartografico progressivamente alimentato dalla crescita dei commerci marittimi. L'orizzonte geografico si allarga attenuando quella centralità mediterranea che non era stata persa neppure con l'allargamento delle conoscenze dirette derivate dai resoconti del Duecento e del Trecento dei viaggi via terra in Asia. Se le carte divengono strumento degli accordi internazionali, della divisione del potere economico e politico mondiale, inevitabilmente l'antica tecnica di rilevazione risulta superata. Contemporaneamente, viene rimesso in discussione il ruolo dei fornitori di dati, di quei naviganti impegnati innanzitutto nel commercio e dove la raccolta di informazioni geografiche era un'attività dettata piuttosto da esigenze di carattere professionale. Inevitabilmente, si naviga negli oceani solo con il supporto delle corone o con il finanziamento e i privilegi concessi da grandi compagnie mercantili collegate alle case regnanti: i capitani di nave e gli esploratori, senza che si possa tracciare una precisa linea di demarcazione tra le due attività, divengono strumenti della conquista e del monopolio sui mercati (Lepore et



Figura 24. Mappamondi del XIII sec. a) *Beatus, Commentaire sur l'Apocalypse*, GBNE, btv1b10507217r. b) *Gossouin de Metz, Image du monde*, GBNE, btv1b84496854.

al., 2011, p. 159). La terra si allontana e si ha bisogno di astrolabi adatti ad essere usati in navigazione. Anche se le Isole Canarie sono da tempo conosciute è solo con la conquista portoghese di Ceuta del 1415 che inizia una vera esplorazione delle coste (ma non mancano spedizioni all'interno) dell'Africa occidentale.

Dunque l'esplorazione della costa africana, le nuove scoperte, la vastità degli oceani e l'impossibilità della navigazione lungo costa cambiano totalmente il panorama della navigazione. L'Africa si esplora navigando lungo l'arco di meridiano ma superata una certa latitudine, se si vuole tornare indietro, la rotta si complica. Sulla costa, di fronte all'Isola di Fuerteventura all'estremità meridionale del Marocco, il capo Bojador rimase per anni una sorta di limite all'esplorazione: gli alisei e la corrente contraria delle Canarie rendevano difficile il ritorno lungo costa verso lo Stretto di Gibilterra e imponevano una rotta di nord-ovest che si allontanava temporaneamente dai continenti. Una rotta "scoperta" da Gil Eanes solo nel 1434 che favorì l'esplorazione delle coste centro-meridionali dell'Africa.

### Le carte portolano (XIII-XVI secolo)

La letteratura sulle carte portolano medievali è ricca, ciononostante si presentano ancora oggi diverse questioni irrisolte. Prima fra tutte il mistero che ne avvolge la comparsa, ovverosia l'apparizione improvvisa, quanto priva di ogni evidenza evolutiva, di un modello cartografico capace di restituire con accuratezza le coste del Mediterraneo nello stesso periodo in cui la cartografia terrestre è per lo più impegnata nelle restituzioni T e O (Fig. 24).

Certo i limitatissimi punti di riferimento della tarda epoca romana e del basso medioevo anche interpretati come pallidi segnali di una ben più solida e ampia attività, non colmano la distanza tra mondo antico e *Carta Pisana*, la prima carta nautica medievale del Mediterraneo giunta fino a noi e talmente aderente al disegno che siamo abituati a conoscere, con una tale precisione dell'estensione e della posizione dei luoghi tanto che sembra emergere nell'assenza di riferimenti precedenti. Assenza che può avere un gran numero di ragioni: per rimanere alle più evidenti: usura, riutilizzo del comunque

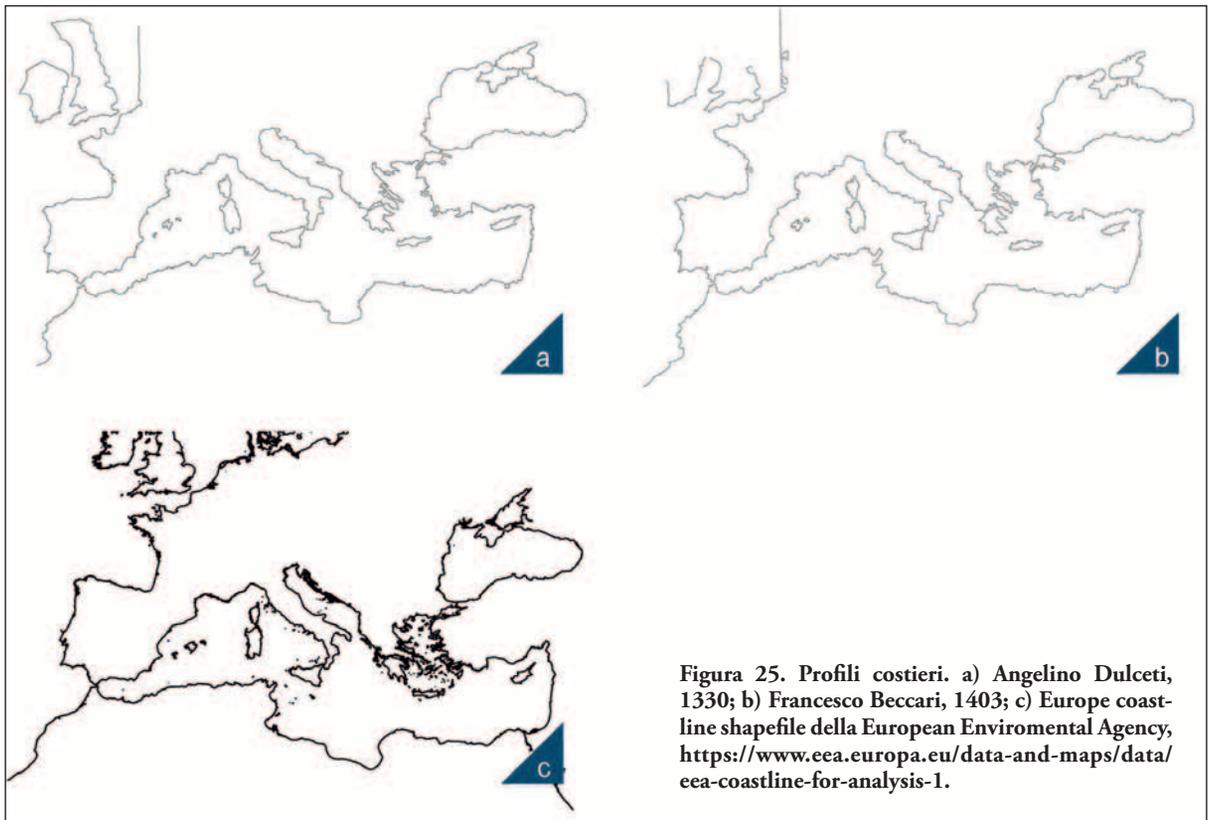


Figura 25. Profili costieri. a) Angelino Dulceti, 1330; b) Francesco Beccari, 1403; c) Europe coastline shapefile della European Enviromental Agency, <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eea-coastline-for-analysis-1>.

prezioso supporto, per non guardare ai criteri, a volte molto selettivi, di conservazione. Resta allora difficile sottrarsi allo stupore di fronte alla *Carta Pisana* o all'atlante di Pietro Vesconte del 1311, a maggior ragione quando si pensi che non può trattarsi di un esperimento o di un tentativo bensì di un prodotto giunto a maturazione, difficilmente frutto di un unico laboratorio cartografico del XIII secolo illuminato dalla genialità. È probabilmente genovese e si adatta all'allargamento delle conoscenze e della rinnovata circolazione nel Mediterraneo occidentale appena guadagnato alle flotte islamiche del Maghreb e di al-Andalus.

Per molti aspetti ignoriamo i passaggi che hanno portato ad un tale risultato, così come i luoghi dove questi sforzi si sono realizzati, ma non i destinatari principali di questa produzione che già a partire dalla denominazione di queste carte richiamano mercanti e capitani delle navi che cominciavano ad intensificare i loro viaggi commerciali dal Mar Nero a Bruges, riattivando scambi da molto tempo circoscritti e modesti quanto a valori e quantità.

È altrettanto palese che la rappresentazione del Mediterraneo della *Carta Pisana* esalta i limiti della cartografia terrestre coeva. Lo stesso si può dire anche per la produzione quattro e cinquecentesca di derivazione tolemaica che, in questo senso ed in compagnia con le carte impostate sulla proiezione di Mercatore fino al XVIII secolo (Fig. 26), rappresenta un passo indietro rispetto alla precisione cartografica.

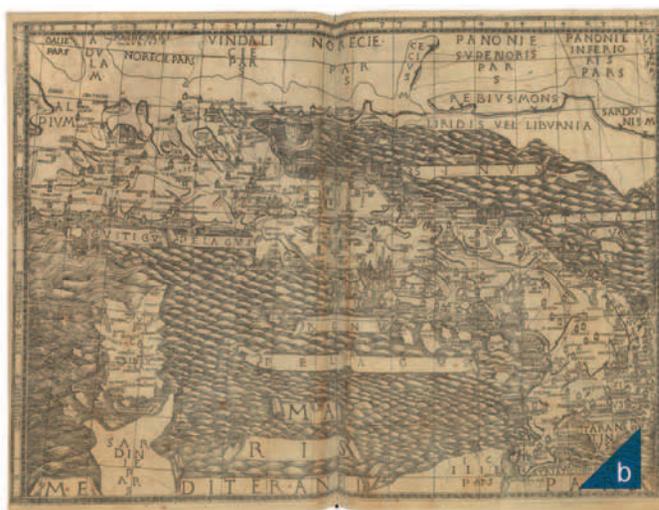
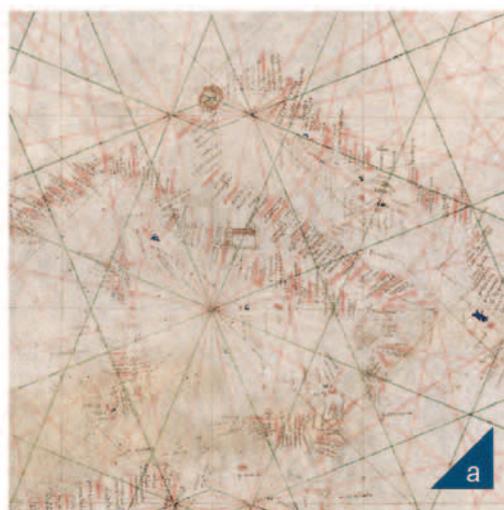


Figura 26. Italia. a) Guillelm Soler, 1385, ASF, C.N. 3, dettaglio; b) Jacopo Angeli, 1477, GBNE, btv1b550004419 fVII; c) Gerardo Mercatore, 1589, GBNE, btv1b53042042p, dettaglio; d) Johann Matthias Hase, 1742 GBNE, cb40669697s.

Ciò dipende dal fatto che Tolomeo aveva sovrastimato l'estensione in longitudine del Mediterraneo (poco meno di  $42^\circ$  per 3700 km circa) calcolandola in  $62^\circ$  e questo errore, che si evidenzia in una forte distorsione, venne replicato nelle carte redatte a partire dal XV secolo e anche dallo stesso Mercatore che pur riduce la lunghezza a  $53^\circ$  (Figg. 26c e 26d).

### I rilevamenti: bussola e clessidra

Vi è chi ha cercato di dare risposta all'origine delle carte portolano pensando alla trasmissione di un modello cartografico (ancora tutto da individuare) dei secoli precedenti al XIII che sarebbe stato, almeno nelle prime carte portolano medievali, pedissequamente ricopiato. Questa idea, già veicolata da Nordenskiöld (1897), non è diffusa tra i mistici ma è stata recentemente sostenuta da Roel Nicolai (2016) che avrebbe trovato nuove evidenze geodetiche a sostegno dell'esistenza di un prototipo madre di tutte le carte portolano.

Esiste invece diffusa concordia sul fatto che i cartografi medievali si servissero di annotazioni, schizzi o carte parziali disegnate dagli stessi naviganti che potevano a loro volta farsi cartografi. Ma se le informazioni provenienti dal *dead reckoning* erano inevitabilmente approssimate e riteniamo che la latitudine dei punti costieri fosse estranea al processo costruttivo, resta la domanda su come facessero ad essere così precise.

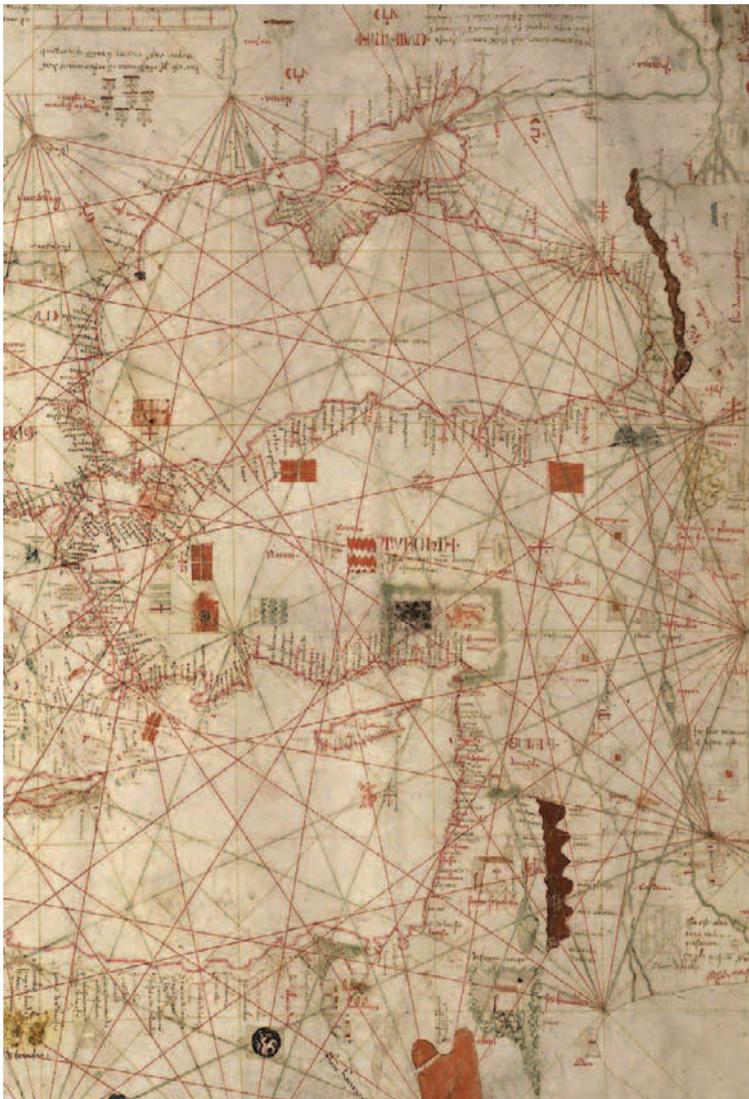


Figura 27. Il Mar Nero e il Mediterraneo orientale di Dulceti nella carta del 1330, AFC (dettaglio) e, sullo sfondo, quella del 1339, GBNF btv1b5901183k.

Dal momento che si insiste sul fatto che non è stata trovata testimonianza dell'utilizzo a bordo di strumenti astronomici bensì di bussola e clessidra, si ritiene che la costruzione della carta portolano fosse frutto dell'uso di questi due strumenti (Pujades i Bataller, 2007) associati, aggiungiamo noi, alla scala delle distanze che compare in tutte le carte portolano.

Nelle fonti medievali, la bussola può essere identificata anche come *Compasso* e questo, lo si può immaginare, ha generato nuove discussioni sull'interpretazione dei documenti (Cantile, 2013, pp. 135-137). L'introduzione della bussola nel Mediterraneo è probabilmente legata ad Amalfi e ad i suoi rapporti con Costantinopoli, l'Oriente e il mondo musulmano dell'Africa settentrionale e della Spagna. La data certa di utilizzazione è più meno la stessa della prima stesura delle *Tavole Amalfitane* (XII secolo), che testimoniano di un'ampia presenza di navi e colonie amalfitane in Oriente e nell'Africa mediterranea.

Tuttavia le testimonianze documentali dell'uso della bussola sono molto tarde rispetto a quello che è stato il periodo reale di prima utilizzazione. Ramon Llull (1232-1316) nell'*Arbor Scientiae*, della seconda metà del secolo XIII, ci informa che i catalani nelle loro navigazioni facevano uso di *chartam, compassum, acum et stellam maris*, per noi un punto di riferimento e tre strumenti strettamente connessi tra loro: la rappresentazione dei profili costieri delle terre, il compasso per misurare le distanze della rotta sulla scala, l'ago magnetico per dare all'imbarcazione la giusta direzione. Della prima utilizzazione e delle proprietà dell'ago magnetizzato in navigazione - quello che Barbara Kreutz (1973), da cui attingeremo da qui in poi, chiama *ur-compass* - si discute ormai da molto tempo, ma sulla base di indizi e, difficilmente, si potrà giungere a considerazioni definitive. In questo, le considerazioni sulla bussola che si riscontrano in letteratura sono analoghe a quelle sulle carte portolano: sappiamo che si usavano ma si rintracciano solo tarde testimonianze.

Per certo, le proprietà della magnetite sono note fin dall'antichità, quando veniva utilizzata in rituali e, forse, cerimonie religiose. Motzo (1947) ha associato i sedici venti della rosa alle sedici parti in cui, nel mondo etrusco, si divideva l'orizzonte per scopi divinatori. È certo che occorre spostarsi in estremo oriente per raccogliere le prime informazioni sulle proprietà della magnetite, anche se vi è chi ritiene che la bussola si evolva in modo indipendente in occidente e in Cina (dove le bussole portavano 22 direzioni invece delle 16 occidentali). Qui abbiamo notizia del dono dell'imperatore Tcheou-King (intorno al 1040 a. C.) di uno strumento indicante il Nord e il Sud: carri dotati di statuette magnetizzate ovvero il *char montre-sud* cui si è dedicato Li Shu-hua (1954). Non abbiamo notizie però dell'utilizzo a bordo delle navi del Celeste impero in tempi così remoti e, con un balzo nello spazio e nel tempo, dobbiamo spostarci nell'Oceano Indiano. Qui, l'uso dell'ago magnetico è testimoniato sia dal viaggiatore persiano Awfi (che trovandosi, nel 1232-33, a navigare in una tempesta vide i marinai arabi mettere a galleggiare in una bacinella un pesce di ferro calamitato) sia nel *Libro del tesoro del Mercante* di Baylak al-Kibjaki del 1282 dove, in un viaggio dalla Siria ad Alessandria, egli ne descrive l'uso fatto dai marinai. Le testimonianze documentali dell'uso e delle proprietà dell'ago magnetico in Europa sono precedenti però alle notizie che provengono dall'Oceano Indiano. Sono brevissime notazioni dalle quali si può solo ricavare un indizio sulle conoscenze del tempo. La prima sembra essere quella di Alexander Neckam (1157-1217), nel *De naturis rerum: Nautae etiam mare legentes, cum beneficium claritatis solis in tempore nubilo non sentiunt, aut etiam cum caligine nocturnarum tenebrarum mundus obvolvitur, et ignorant in quem mundi cardinem prora tendat acum super magnetem ponunt, quae circulariter circumvolvitur usque dum, ejus motu cessante, cuspis ipsius septentrionalem plagam respiciat* (p. 183).

La seconda è contenuta in un lungo poema, *La Bible Guiot* (Fig. 28) scritto tra il 1203 ed il 1208 da Guiot de Provins, Guittone di Provenza che viaggiò in Oriente al tempo della terza Crociata degli anni 1189-1192 dove, si può pensare, conobbe l'uso della bussola a bordo.

La terza testimonianza è quella di Jacques de Vitry, il crociato Vescovo di Aciri, che nel 1218 descrive l'*adamas* come strumento indispensabile per la navigazione. Allo stesso Giacomo da Vitriaco, e più in generale alla storia della bussola, si volge Bandelli Boni (1827, nota alle pp. 331-333) *Adamas in ultima India reperitur lucidi coloris et ferruginae: quantitatem nuclei nucis avellanae non excedit, duritia sua omnibus metallis resistit, hircinio tamen sanguine recente et calido rumpitur, ignis non calescit, ferrum occulta quadam natura ad se*

*trahit. Acus ferrea, postquam adamantem contigerit ad stellam septentrionalem, quae velut axis firmamenti, aliis vergentibus, non movetur semper convertitur, unde valde necessarius est navigantibus in mare: juxta magnetem positus non sinit eum rapere ferrum. Quod si magnes ferrum traxerit, accedente adamante, ferrum rapit auferendo predam magnete* (come riportato nelle *Gesta Dei per Francos*, T. I., p. 1106).



Figura 28. Guiot de Provins, *Bibbia in: Grand recueil* di La Clayette, fine XIII sec., GBNF btv1b530121530.

Il vescovo usa il termine *adamaas* ed è così che si è scatenato il dibattito sul vocabolo (ovverosia se esso indichi acciaio, diamante o magnetite) anche se il riferimento all'uso di uno strumento magnetico resta evidente. Da questo elenco non mancano citazioni letterarie in versi come quelle di Guido Guinizzelli (1225-1276) e Dante Alighieri (1265-1321) che rispettivamente scrivono: *In quella parte sotto tramontana / sono li monti de la calamita, / che dàn vertud' all'aire / di trar lo ferro; ma perch' è lontana / vòle di simil petra aver aita / per farl' adoperare, / che si dirizzi l'ago ver' la stella.* (Contini, 1960, p. 43, vv. 48-54). *Del cor de l'una delle luci nove / Si mosse veloce, che l'ago alla stella / Parer me fece volgermi al suo dove* (Garboli, 1954, Paradiso, XII, p. 523, vv. 28-30). La presenza di informazioni in opere di vario contenuto, testimonia di una diffusione ampia della conoscenza dell'ago magnetico, ma per avere un saggio interamente dedicato alle proprietà del magnetismo occorrerà attendere il trattato epistolare di Petrus Peregrinus di Maricourt del 1269. È comunque importante sottoli-

neare, con in mente quell'ipotesi che vedrebbe un limitato travaso di informazioni dalla scienza astronomica e pregeodetica occidentale ai naviganti medievali, che l'utilizzazione dell'ago magnetizzato è frutto di un sapere pratico che il mondo colto registra tardivamente. La sostituzione dell'ago galleggiante, fino allora legato ad una cannuccia in un vaso pieno d'acqua, con un indicatore magnetizzato fissato su un perno libero di girare sul proprio asse all'interno di una piccola scatola lignea (*bossola*), è legata probabilmente allo sviluppo di Amalfi come potenza commerciale a partire dal periodo delle Crociate (1096-1291). Sono tanti gli indizi anche se siamo lontani da una sicura attribuzione. Tradizionalmente si cita un famoso verso di Antonio Beccadelli, detto il Panormita (1394-1471) che, riferendosi all'immaginaria figura di Flavio Gioia, scrive *Prima dedit nautis usum magnetis Amalphis* inaugurando una leggenda derivata dalla confusione con Flavio Biondo (1392-1463) che nella sua *Italia illustrata* si riferì ad Amalfi come luogo di origine della bussola. Vi sarebbero comunque altri due flebili indizi che portano ad Amalfi e riguardano il giglio che indica il Nord (considerato una derivazione del simbolo angioino) e l'elaborazione ornata della lettera T di Tramontano (il vento che ad Amalfi proveniva dai monti settentrionali a ridosso della città).

La scala delle distanze è un altro elemento cartografico indispensabile alla navigazione, soprattutto in un periodo in cui le misurazioni astronomiche della longitudine sono poco affidabili. Il principio teorico per il calcolo era già stato intuito da tempo (Tolomeo, Paolo dell'Abaco). Si trattava di considerare la differenza di ora locale tra i diversi luoghi ma non c'erano, e non ci saranno ancora per molto tempo, strumenti in grado di verificare tali differenze e, benché si prestasse attenzione alle eclissi, mancava una rete coordinata e affidabile di osservatori in grado di registrare il momento preciso in cui, localmente, avveniva il fenomeno. *Però per la difficoltà di trovare i gradi della longitudine, per la diversità di detti gradi secondo che i paralleli sono più o meno lontani dalla Equinottiale, egli è impossibile di fare per questa via le carte di navigare: laonde si fanno con più facilità per via dell'altezza polare, o larghezza dei luoghi, e invece della longitudine per la scala delle miglia* (Crescenzo, 1607, p. 185). Non restava quindi che affidarsi a misurazioni lineari che, a giudicare dai dati rappresentati sulle carte, dovevano aver raggiunto un certo livello di accuratezza, tanto da restituire un'estensione in longitudine del Mediterraneo abbastanza vicina alla realtà superando, empiricamente ed ancora una volta, i dati teorici dei geografi e degli uomini di scienza. Anche se le proporzioni del disegno parlano di una stima coerente delle distanze, resta da stabilire quanto le misure, necessariamente ricavate con strumenti semplici e molto buon senso da parte del misuratore, fossero precise. Non disponiamo di informazioni certe sul rilevamento, ma si può anche pensare che in tempi remoti, per le misurazioni in mare, si siano utilizzate misurazioni terrestri più antiche, di volta in volta riviste quantomeno per il cabotaggio, dai marinai che costeggiando tenevano conto di eventuali deviazioni dalla rotta parallela alla costa. Così i punti terrestri eminenti non solo fornivano validi punti di orientamento, ma anche indicazione di distanze percorse o da percorrere. Un altro elemento che può aver contribuito alla formazione di dati affidabili è la sostanziale uniformità della propulsione delle imbarcazioni che hanno solcato il Mediterraneo fin dal tempo dell'impero romano: imbarcazioni simili, di conseguenza velocità e percorrenze simili in analoghe condizioni meteorologiche. Inoltre, tenendo conto che la maggior parte delle imbarcazioni mediterranee procedevano con la spinta dei remi, dal ritmo di voga si potevano ricavare indicazioni abbastanza precise su percorrenza e velocità. Crescenzo (1607, p. 245) nel suo manuale su cui torneremo più avanti, per calcolare la velocità delle navi addirittura propone la costruzione di quel che appare come un antenato del moderno solcometro ma, più prudentemente, dedica un intero capitolo (il decimo) a *Come si conosce per via dimostrativa quanto trascorre il vascello in ogni palata, o cascata di remo*.

Il tempo di percorrenza poteva essere calcolato anche con le clessidre: un semplice strumento conosciuto fin dall'antichità come orologio ad acqua (*clessidra* dal greco rubare acqua) e successivamente a polvere o sabbia. Le notizie sull'utilizzo nel medioevo sono rare e la diffusione di quelle in vetro è comunque subordinata ad una conoscenza evoluta della soffiatura, raggiunta ben prima della comparsa delle carte portolano. La troviamo rappresentata, come monito ad un accorto impiego del tempo, nella figura della Temperanza di Ambrogio Lorenzetti nell'*Allegoria ed effetti del buono e cattivo governo* del 1338. Per certo Colombo (Gli scritti, 1992, p. 158) ne

usa una che segna con approssimazione riconosciuta la mezz'ora visto che porta *nel calcolo qualche difetto, vuoi perché non dan subito di volta alla clessidra, o perché s'incepta il passar della sabbia* (Gli scritti, 1992, p. 103). Uno strumento delicato dipendente anche da una sabbia che doveva avere grani di dimensioni omogenee e da un flusso che poteva variare in condizioni di umidità. Ciononostante, le clessidre continueranno ad essere usate a lungo *non solo come cronometri (cioè per misure di intervalli temporali limitati) ma anche come orologi veri e propri [...] clessidre vennero usate a lungo anche sulle navi per segnalare i "quarti" di guardia e, forse, furono i misuratori di tempo che consentirono le prime valutazioni grossolane della longitudine* (Mascheretti, s.d., p. 17).

Benedetto Cotrugli racconta dell'uso fattone a bordo: il pilota deve valutare *quante meglio fa per hora lo tuo navilio, et al continuo devi voltare le mezarole lo iorno et la nocte, et intendere quante meglio hai navigato per tal vento per hore, et quante hore, et quante per tal vento, et signare con cera, et cosi cognoscere in che loco te trovi per non errare sopra scogli, punte o secche* (Falchetta, 2009, p.182). Sarà poi Cornelio de Jode (1593, p. 7), a fine Cinquecento, a fare riferimento ad una clessidra di 24 ore da regolare sul mezzodì: *Habeas primo in promptu clepsidram magnam, que perintegrum diem, hoc est per spaciū 24 horarum cursum suum agit.*

### La costruzione della carta: la quadrettatura

Quello della tecnica di costruzione delle carte portolano resta un altro tra i punti dibattuti. Si pensa che già Marino di Tiro, tra il I e il II secolo dopo Cristo, abbia inventato e usato la proiezione cilindrica equidistante, ma la "scuola matematica" che negli ultimi anni, con l'ausilio di strumenti informatici fino a poco tempo fa impensabili, viene ad addentrarsi nello studio delle carte portolano si divide su due proiezioni cilindriche: quella di Marino di Tiro e quella di Mercatore. Naturalmente vi è chi ritiene entrambe solo delle casuali quanto imperfette coincidenze (in questo senso la proiezione più convincente appare quella "inconscia" suggerita in Tobler, 1966) anche perché, specialmente nel Mediterraneo (per più di un secolo oggetto principale e più affinato delle carte portolano), l'applicazione dei due reticolati risulta praticamente sovrapponibile.

In realtà, in letteratura non manca chi accenni alla possibilità che le carte portolano medievali suggeriscano una costruzione che faccia riferimento, quantomeno, alla latitudine. Abbiamo già scritto di Paolo dell'Abaco e, tralasciando le testimonianze quattrocentesche perché posteriori alla redazione della carta di Francesco Beccari, già per la fine del duecento si può fare riferimento alla carta perduta basata su coordinate che Roger Bacon (1214 ca.-1292 ca.) inviò a Papa Clemente IV (Parry, 1982, Gautier Dalché, 2013b, pp. 229-230 e 2013c, pp. 283-292). Nel 1984 Mollat, guardando alle linee verticali e orizzontali che si originano e si congiungono nelle molteplici rose dei venti, scriveva che queste sembrano assumere il ruolo di meridiani e paralleli pur concludendo che *nonostante la loro distribuzione regolare, non costituiscono un sistema di coordinate graduate* (La Roncière e Mollat du Jourdin, 1984, p. 13, trad. it. p. 6). Un'ipotesi esclusa da Guatier Dalché che fa osservare il numero ridotto dei dati relativi ai centri e ai luoghi costieri presenti nelle tavole di coordinate del XII secolo e la mancanza di contatti tra il mondo scientifico e quello professionale (ma è opinione che si è andata stemperando nel passaggio dalle *Carte marine et portulan au XII<sup>e</sup> siècle* del 1995 a *La Terre* del 2013). È un suggerimento che di fatto esclude una raccolta indipendente di dati effettuata dai naviganti e che non considera il progresso, tra X e XV secolo, nella quantità e nella precisione dei dati di latitudine.

Laguarda Trias (1964, pp. 38 e 39) rifacendosi a quanto osservato nell' *Arte de navegar* di Martin Cortes (a. 1551) per le posizioni dell'isola di Berlenga Grande e di Capo San Vincenzo sulla costa atlantica della Penisola Iberica così come replicate in diverse carte portolano, stima che *en las cartas de navegar a partir del siglo XIV (1327) y consistente en la existencia de una distancia fija con un intervalo de 3° de latitud, lo que demuestra la presencia y utilizacion del modulo del grado de meridiano en las cartas portulanas*. Lo stesso autore fa riferimento ad una proiezione cilindrica *even if the lines of longitude and latitude had been discarded* (Campbell, 1987, p. 385). Più recentemente Chet Van Duzer (2016), una volta individuato lo spostamento della posizione dell'isola di Cadice in sei carte portolano medievali, conclude osservando che *some makers of nautical charts were engaged with questions of latitude earlier than scholars had perceived*. Anche in questo caso merita partire da lontano e guardare a quel reticolo, base della costruzione della carta, che una volta esaurita

la sua funzione veniva cancellato anche se tracce (poco visibili e offuscate dalla sovrapposizione e dal fascino di figure, decorazioni, vedute, vignette ecc) compaiono in molti esempi cartografici. Anche il sistema della quadratura nelle tecniche di disegno è noto fin dall'antichità e continuerà ad essere utilizzata almeno fino al XIX secolo negli abbozzi dei rilievi destinati alla messa a pulito o alla stampa delle carte. Naturalmente, serve a collocare punti e linee nella giusta posizione assoluta e in relazione ad altri punti della superficie altrettanto localizzati.

Sappiamo che i laboratori cartografici medievali avevano maestranze selezionate e specializzate per tutte le fasi di allestimento della carta portolano. In talune occasioni cartografi divenivano illustratori o miniatori, ma avveniva anche il contrario, come nel caso delle decorazioni (particolarmente numerose nella scuola maiorchina).



Figura 29. Pietro Vesconte, 1321 ca-. Carta della Palestina, <http://www.bl.uk/collection-items/liber-secretorum-fidelium-crucis-by-marino-sanudo>.

Pietro Vesconte presta la propria competenza al *Liber secretorum fidelium Crucis* del veneziano Marino Sanudo “il Vecchio”, un trattato scritto nel 1321 per il Papa Giovanni XXII con il fine di promuovere una crociata in Terrasanta. Vesconte disegna alcune carte (una *mappa mundi* in stile nautico, così come cinque carte del Mediterraneo, con il Mar Nero e tutte le coste dell’Europa e dell’Africa settentrionale) ma anche una mappa terrestre della Palestina che ha goduto di buona fortuna editoriale anche nei secoli successivi. Nella carta (Fig. 29), disposta con l’Oriente nella parte superiore, il mare, i laghi e i corsi d’acqua sono colorati di verde, i monti in verde/marrone, i centri abitati sono indicati da cerchietti rossi così come in rosso sono indicate le tribù d’Israele. La Palestina è suddivisa in cinque zone, contrassegnate da lettere dell’alfabeto (A-E, al margine superiore del reticolato) che riportano alle spiegazioni disposte sul margine inferiore: a Ovest la costa sul Mediterraneo si estende da Sidone a Gaza; a Nord la carta ha come limite il Monte Libano da cui nasce il fiume Giordano con due sorgenti (*Jor* e *Dan*); a Est il margine è definito dalle catene montuose oltre le quali

si trova il deserto orientale e, infine, a sud il contorno va da Gaza all'estremità meridionale del Mar Morto. Particolare risalto viene data all'idrografia del Giordano, al lago di Tiberiade e al Mar Morto. La carta di Pietro Vesconte (attentamente osservata in Gautier Dalché, 1995), specialmente nel Quattrocento ebbe enorme fortuna: pochi anni dopo venne riprosta nella *Chronologia Magna* di Paolino Veneto quindi aggiunta come carta moderna alle versioni seguite alla traduzione di Jacopo Angeli della *Geografia* di Tolomeo, poi da Battista Agnese (SMHL, HM 10) e Gerardo insieme a Cornelio de Jode nello *Speculum orbis terrarum* nel secolo XVI. La quadrettatura della carta non è accompagnata da coordinate ma ci dà informazioni sulle distanze, palesando la costruzione di un disegno in scala. I quadrati sono 29 nel senso della longitudine e 82 in quello della latitudine (in realtà le istruzioni contenute nel testo ne prevedono 83, una è stata distrutta dalla rilegatura). Come l'autore spiega nel testo ogni lato del quadrato rappresenta una lega di due miglia (*Liber Secretorum*, III, XIV, 3, si veda la scheda in GBNE, brv1b55002483j): 29 (58 miglia) si dispongono nel senso della longitudine, 82 in quello della latitudine. Quindi 56 miglia in longitudine e 166 miglia in latitudine. Calcolando in circa, due gradi la distanza che separa Gaza da Sidone il miglio di Vesconte equivarrebbe a circa 1,3 km (sulla misura del miglio torneremo nell'ultimo capitolo).

Altri due esempi, che potremmo considerare come preparatori alla produzione di una carta, sono contenuti nel codice 1368 della Biblioteca Apostolica vaticana (ff. 46v-47r, Fig. 30, f. 47 v e ff. 65v-66r) associato al *Klosterneuburg corpus* (Bennett Durand, 1952). Al di là delle questioni che solleva questo insieme eterogeneo di manoscritti realizzati in Germania meridionale e Austria a partire dagli anni venti del Quattrocento (Gautier Dalché, 2009, pp. 180-183 e 2013b pp. 230-231), della paternità e della datazione (in particolare dei fogli che stiamo considerando), ci troviamo di fronte a quadrettature che distribuiscono nello spazio, secondo latitudine e longitudine, le posizioni di un cospicuo numero di località europee, nordafricane e del Vicino Oriente (in maggioranza terrestri). La prima rappresentazione dispone la latitudine sul margine sinistro del f. 46v-47r (60 unità) e la longitudine (con due diverse numerazioni in nero e in rosso sfalsate di

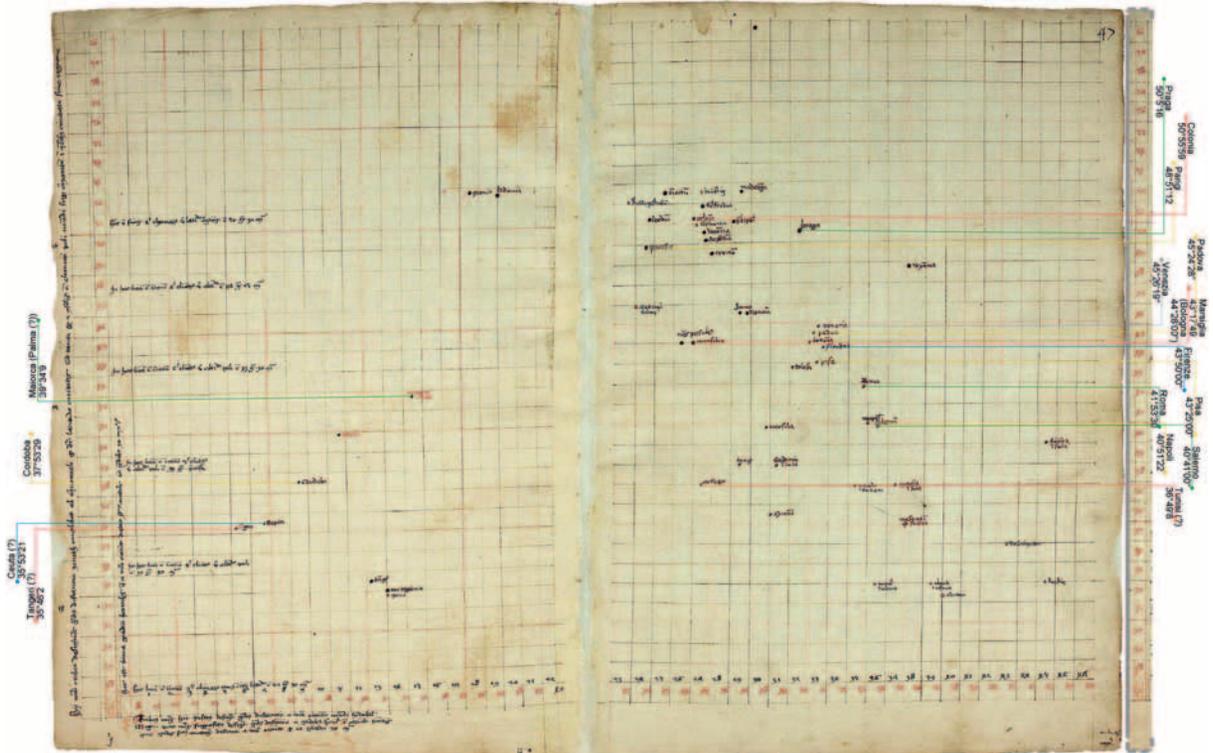


Figura 30. Esempio di quadrettatura associata a coordinate, 1426?, BAV (Pal. Lat. 1368 46v-47r) sui lati sono state riportate le coordinate geografiche reali di alcune località. Cfr. Tabella 1.

18 unità) nella parte bassa dei fogli (Fig 30, ruotata per favorire la lettura dei toponimi). Al foglio 47v la rappresentazione evidentemente prosegue ripetendo la stessa disposizione delle coordinate e la successione delle longitudini coprendo, in tre facciate, 90°. Opposta è la disposizione delle coordinate al f. 65v e 66r: lungo il margine superiore compare la latitudine (da 1° a 56°), e sul lato sinistro del foglio troviamo la longitudine (da 1° a 57°, questa volta unica). I luoghi rappresentati riguardano grosso modo le stesse regioni del reticolato dei fogli 46v-47v e si concentrano quindi in un'area piuttosto ristretta della superficie disponibile tanto che sulla metà destra del foglio 66r non viene completata la quadrettatura.

**Tabella 1. Confronto tra la latitudine reale, i dati della tavola e le posizioni sui reticolati del codice BAV (Pal. Lat. 1368)**

Località	Latitudine reale	Tavola f. 46r	Sul reticolato f. 46v-47v	Sul reticolato f. 65v e 66r
Maiorca (Palma (?))	39°34'	Maiorca Insula 41°44'	42°3/4	31°
Granada	37°54'			36°3/4
Alessandria??	31° 12'			32°1/2
Damiata (Damietta?)	31° 24'		32°	
Cairo Babilonia	30° 3'			31°
Antiochia	36° 12'		34°1/4	
Rodi	36° 26'		37°	
Malachia (Malatya)	38 21'		38°1/2	
Costantinopoli	41°		44°3/4	
Parigi	48°51'	48°56'	49°3/4	48°1/2
Colonia	50°56'	50°20'	51°1/4	40°3/4
Praga	50°5'	49°25'	50°1/4	51°
Marsiglia	43°18'	44°	45°	45°
Vienna	48°12'	41°46'		ca. 48°
Genova	44°24'	46°30'	46°1/2	43°
Montpellier	43°36'	44°	44°	43°3/4
Pisa	43°25'	43°	44°	45°1/2
Venezia	45°26'	44°50'	46°1/4	46°3/4
Roma	41°54'	41°50'	42°3/4	41°1/2
Firenze	43°50'	43°50'	44°3/4	42°1/2
Norimberga	49°27'			49°3/4
Monaco di Baviera	48°8'			45°
Padova	45°25'	44°30'	45°1/2	
Bologna	44°28'	44°	45°	
Salerno	40°41'	39°56'	40°3/4	
Napoli	40°51'	40°	41°	
Tunisi (?)	36°49'	38°	38°	
Toledo	39 51'	39°54'	41°	
Oxford	51 45'		52°½	
Londra	51°30'		52°½	
Cyrene	32°49'		36°½	
Leida	52 9'		51°¼	
Magdeburgo	52°10'		52°½	

Nello stesso codice troviamo una tavola (f. 46r) con un elenco di un centinaio di località accompagnate da coordinate che non sempre corrispondono a quelle rappresentate nei fogli 46v-47v, 65v e 66r e ad alcune note che fanno riferimento a Tolomeo (probabilmente alla *Geografia*). La seconda di queste scrive che *les valeurs concordent, car Bologne, Marseille et Montpellier sont à la même distance de l'équateur [...] ce que confirme la carte des marins* dimostrando che il *but de cette collection était cartographique* (Gautier Dalché, 2013b, p. 230). Simili tentativi sono indicativi dello sforzo che un considerevole numero di studiosi, a partire dalle tavole di Tolomeo, cercava di compiere con la finalità di una rappresentazione del mondo più aderente alla realtà ricorrendo al sapere astronomico della tradizione ma anche agli strumenti della contemporaneità. Inoltre, nel ricorso alla *mappa marinarum*, si può anche vedere il segnale di un'apertura del mondo degli studi ad un sapere pratico ritenuto comunque funzionale e ad un legame tra astronomia e cartografia. Gautier Dalché conclude: *Quelle que soient les réalisations dans ce dernier domaine, l'important est que, bien avant que la Géographie de Ptolémée fut disponible les savantes médiévaux considéraient l'espace de leur pratique scientifique comme un ensemble de points localisé à l'aide d'axes gradués – ce qui est souvent encore pris pour une conquête de la "modernité"* (Gautier Dalché, 2013b, p. 231). Per quanto riguarda la latitudine il confronto delle informazioni contenute nel codice indica dati sostanzialmente attendibili, almeno per le località individuabili con sicurezza, in particolare per quelle della tavola al foglio 46r e per le poche località identificate nei f. 65v e 66r. Non possiamo dire altrettanto per la longitudine. Le variazioni tra tavola e quadrettatura sono molto più ampie di quelle riscontrate per la latitudine e confermano sia fonti differenti sia tentativi di sistemazione e aggiornamento dei dati. Del resto, la presenza di due scale alle pagine 46v-47v (una in rosso e l'altra in nero) testimonia del riferimento ad un diverso meridiano fondamentale come già furono le Isole Fortunate, secondo la tradizione di Tolomeo, Terceira per i portoghesi, Toledo per gli spagnoli tanto che a prendere in considerazione i dati delle poche località comuni ai due reticolati si hanno oscillazioni da 1° (Parigi) a 12° (Alessandria), segno forse di un progressivo abbandono dei dati tolemaici che volevano un Mediterraneo assai più esteso in longitudine.

In assenza di trattati medievali sulla costruzione delle carte, possiamo guardare con una certa tranquillità a quelli di periodo moderno che fanno esplicito riferimento a procedure esecutive più antiche (Stratico, 1823). Tra questi, Bartolomeo Crescenzo (1565 ca.-post 1605) a cui si era rivolto, tra gli altri, Ignazio Ciampi (1874). Ufficiale delle galee pontificie, navigatore lungo le coste di Europa, Asia ed Africa (ma per questi ultimi due continenti dobbiamo fidarci di quanto dichiarato dallo stesso Crescenzo) nonché esperto di cose matematiche e di questioni idrauliche, anche inerenti la regimazione di fiumi: *Di Lui fan meraviglia le bussole di sua invenzione, i metodi meccanici per sollevare i bastimenti sommersi, i metodi astronomici per trovare le latitudini* (Ciampi, 1874, p. 882).

Crescenzo è autore di due trattati: il *Proteo militare* (1591) e la *Nautica mediterranea* (1607) che raccoglie scritti di tempi diversi e attinge a testi del passato (quantomeno al *Tratado da agulha de marear* attribuito a João de Lisboa e al 1514). È Vilma Borghesi (1981) a metterci in guardia sull'anno di edizione dichiarato in alcune copie del volume, il 1607, mentre è Baldacci (1949) a ricordarci l'espedito utilizzato da editori e librai per rendere i testi più appetibili e smaltire l'invenduto: raschiare la data di edizione per "aggiornarla" a tempi più recenti. Sul trattato di Crescenzo (e su Cennini) già si era soffermato Pietro Falchetta (2008) con la premessa che *L'evidenza dell'impiego di determinate tecniche nel corso del Cinquecento o dei secoli successivi non fornisce infatti alcuna garanzia sul fatto che quegli stessi procedimenti fossero impiegati già nel Tre o nel Quattrocento* (p. 72) e dunque sorvolando, nelle sue pagine dedicate alle carte portolano, sulle istruzioni per la costruzione della carta fornite nella *Nautica mediterranea*. Dunque il testo, illustrato e arricchito da un portolano, sarebbe stato stampato nel 1602 riportando esperienze e scritti composti negli anni Ottanta e Novanta del XVI secolo.

I decenni a cavaliere del 1600 segnano prima l'ingresso e poi il predominio delle flotte olandesi ed inglesi nel Mediterraneo e già a partire dagli anni Settanta del Cinquecento *i trattati e i manuali di nautica di produzione italiana e spagnola cominciavano a non reggere più la concorrenza inglese e olandese* (Borghesi, 1981, p. 27).

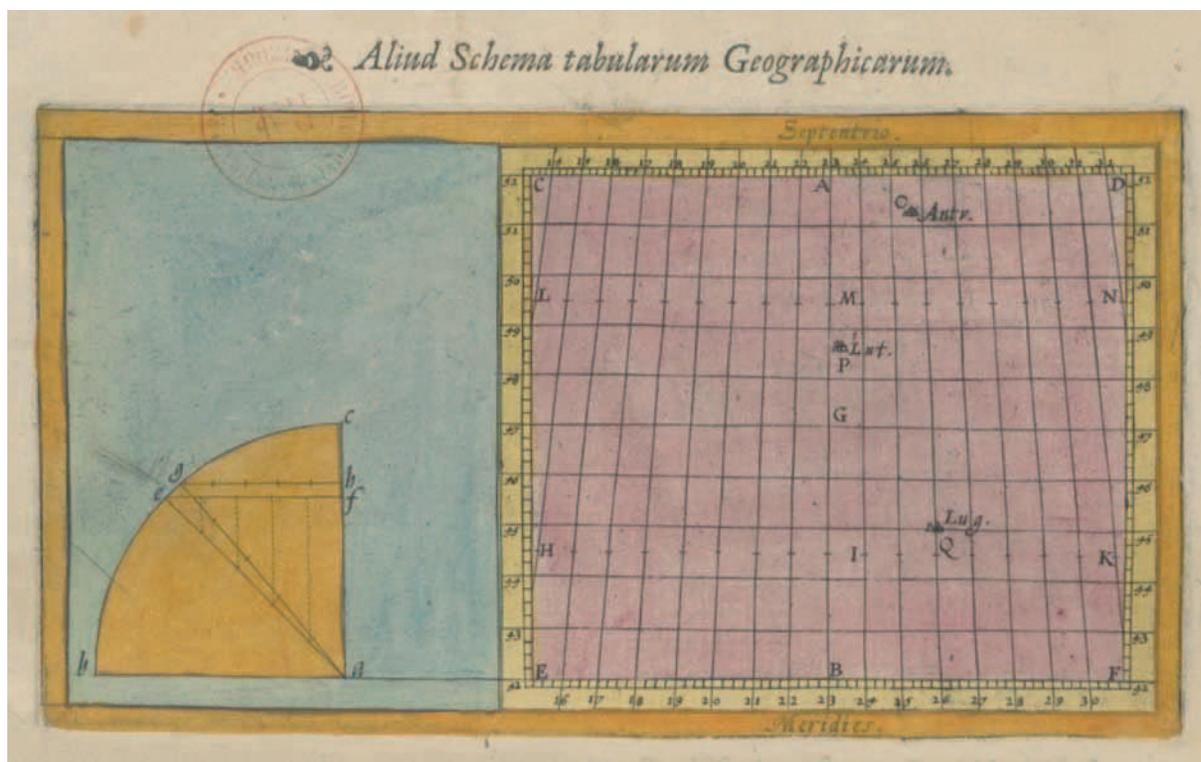


Figura 31. Cornelio de Jode, 1593. Schema per la costruzione di una tavola geografica, *Speculum orbis terrarum*, GBNF btv1b550076240. Dettaglio.

Ed infatti Crescenzo (1607, p. 189) si lamenta, con tutta probabilità riferendosi alla produzione italiana, che ormai non si fanno, o non si fanno frequentemente, rilievi cartografici e che ci si limita a riprodurre vecchi modelli. È una dichiarazione significativa. Crescenzo, che pur appare conoscitore della cartografia ed esperto navigatore, sorvola su quello che è oggi ritenuto uno dei punti di svolta della storia della cartografia, l'opera di Mercatore. Sono passati una quarantina d'anni dalla proiezione cilindrica proposta da Mercatore nel 1569, una ventina dalla prima edizione a stampa dell'*Atlas* ed è difficile pensare che Crescenzo ignorasse le due pubblicazioni. Più facile credere che almeno e ancora alla fine del XVI secolo si ritenesse che questa proiezione fosse o poco utile ai naviganti o che non aggiungesse molto alle conoscenze di chi navigava. Quello che poteva interessare non era un sistema di proiezione, quanto e piuttosto la precisione della longitudine, questione tutt'altro che risolta dallo stesso Mercatore. Insomma Crescenzo avrebbe descritto un modo di navigare a lungo praticato ma ormai al tramonto e questo se da un lato può rendere la sua opera superata già al momento della stampa, dall'altro rappresenta per noi una fortuna. Seguiremo allora Bartolomeo Crescenzo (1607) nella sua *Nautica Mediterranea*. Prendendo ad esempio la carta dell'Ibernia (Irlanda) del *Piloto del Drach Inglese*, Crescenzo spiega che le carte da navigare *si fanno con più facilità per via dell'altezza polare, o larghezza dei luoghi, e invece della longitudine per la scala delle miglia, o per l'opposizioni da gli angoli, ovvero per la bussola* (Crescenzo, 1607, p. 185). Qui emerge la complementarità di misure angolari e misure lineari oltre che la testimonianza di una certa sicurezza nella reperibilità di dati sedimentati che riguardano la latitudine (e l'inaffidabilità di quelli di longitudine) anche se non mancano informazioni su quelle dell'Irlanda ed accenni all'uso della bussola per determinare l'inclinazione e le direzioni degli oggetti da rappresentare.

I passaggi costruttivi, relativamente semplici, sono descritti con riferimento all'illustrazione dell'isola contenuta nel testo (Crescenzo, 1607, p. 186 e Fig. 32). Si disegna un primo rettangolo, che costituirà la cornice

della carta adatta a contenere l'intero profilo costiero dell'Irlanda. Si frazionano regolarmente il lato superiore e quello inferiore così come quelli verticali e si inseriscono i gradi di latitudine e longitudine.

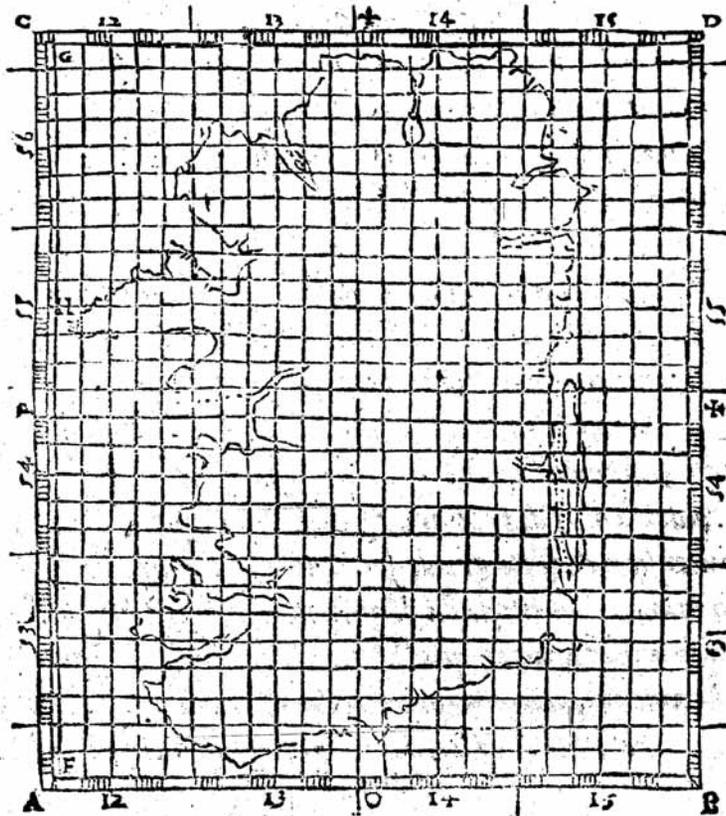


Figura 32. Bartolomeo Crescenzo, 1607 (?). Carta dell'Ibernia.

Ogni partizione di grado viene poi ulteriormente divisa in sei caselle, e ogni casella corrisponde a 10 minuti di grado, ma come si capisce dalla *Tavola* inserita nel testo potrebbero essere anche frazioni di miglio, visto che qui il miglio è suddiviso in 60 minuti. Successivamente, si sistemano gli estremi delle terre e si procede a *descrivere tutte le altre punte che escono fuori, e parimente le caselle e punti che si segneranno con punti a tirar per le coste per la loro obliquità*. Crescenzo, che dedica il capitolo V del II libro a *L'errore delle carte del Mare Mediterraneo et il modo di farle giuste secondo i gradi e le corse*, stigmatizza l'aiuto dato dai *quadreti e l'occhio e disegno di colui che disegna la carta, tirando con diligenza da un punto all'altro*.

Un procedimento che trova un'ulteriore semplificazione alla fine del secolo successivo nel *Tratado de Navigacion* dell'astronomo e matematico, José de Mendoza y Ríos (1787, vol. I, pp. 458-460, IIMB). Nel capitolo dedicato al modo di costruire le carte nautiche, dopo aver spiegato che il modo corretto è quello di affidarsi alle coordinate dei luoghi, aggiungerà: *Pero come este procedimiento seria demasiado penoso y largo, en la practica basta observar particularmente la posicion de los puntos mas notables e importantes*. A questi si possono poi riferire tutti gli altri luoghi. Nell'esempio dei luoghi atlantici della penisola iberica, una volta conosciuta l'esatta posizione di Cadice, dei Capi San Vincenzo e Finisterre, del porto di Lisbona e di Porto Ferrol tutti gli altri luoghi *podran determinarse facilmente, por sus relaciones locales*.

### I rombi di vento: come si legge una carta nautica

Queste osservazioni introducono un altro punto dibattuto (talvolta in maniera aspra) che da un lato trova coloro che guardano alla cartografia nautica medievale come ad un utile strumento di navigazione (tra questi Astengo, 2000, Campbell, 1987, Pujades i Bataller, 2007) e, su altre posizioni, Falchetta (2008)

impegnato a sottolineare la scarsa utilità delle carte portolano in navigazione e a guardarle come oggetti culturali e di pregio destinati ad un'utenza ricca e colta. In una posizione intermedia Gautier Dalché (2013b, p. 452) che pur ammettendone l'uso a bordo, lo ritiene strumento *relativement secondaire* e impreciso, ma non nega l'esistenza di qualche esempio medioevale d'applicazione pratica di nozioni astronomiche e di coordinate.

Il primo impatto dell'osservazione di una carta portolano è inevitabilmente condizionato dalle caratteristiche estetiche che si impongono sulla rappresentazione dello spazio geografico. Decorazioni, vignette ed ornamenti (Fig. 33) sono capaci di mettere in secondo piano la funzione di uno strumento tecnico utile alla navigazione. È il contenuto simbolico (scala delle distanze, direzioni, toponimi, colori,

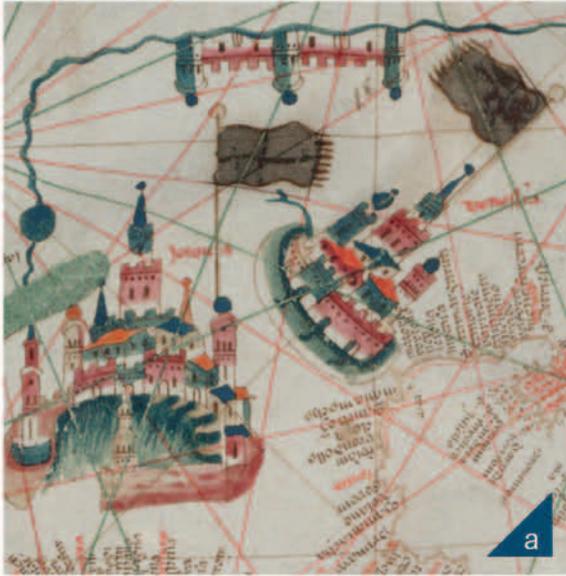


Figura 33. Decorazioni, vignette ed ornamenti nelle carte portolano. a) Anonimo maiorchino forse sulla base di una carta di Roselli, 1450-75, BRB, 2003564; b) Anonimo, fine del XV sec., SMHL, HM 1548; c e d) Louís Teixeira, a. 1600 ca., SMHL, HM 1549. Dettagli.

ecc.) a riportarci alla realtà geo-cartografica, mentre il confronto con rappresentazioni di diversa età e provenienza, che evidenzia la condivisione di codici simbolici, testimonia della piena affermazione di uno strumento consolidato dall'uso pratico e di un'utenza in grado di decodificarlo senza difficoltà.

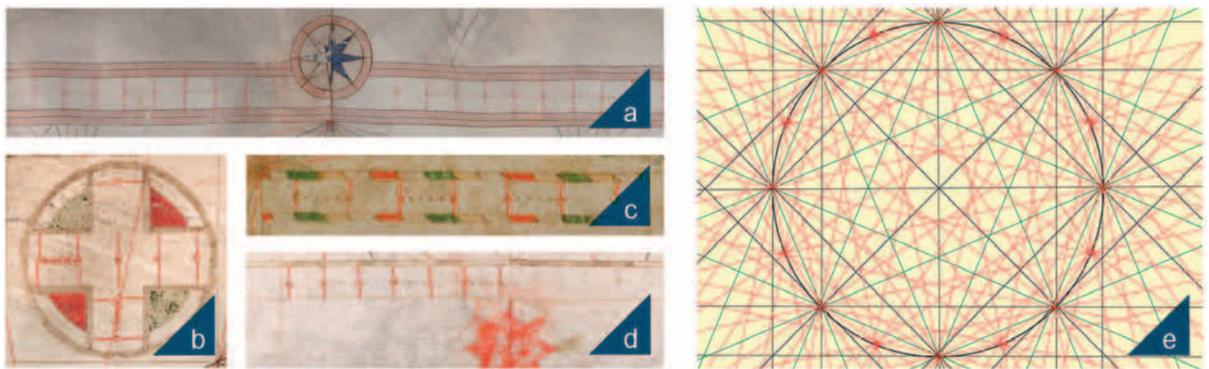
Quanto scritto fino ad ora induce a rinunciare all'atteggiamento tecnico moderno di fronte ad una scala delle distanze contenuta in una carta nautica medievale. Oggi, sebbene sia conquista recente, la precisione delle carte ci permette di misurare distanze ed estensioni con un minimo grado di approssimazione. I dati riportati sono così precisi che possiamo esprimere la riduzione in forma frazionaria con tutto quello che implica l'utilizzazione della matematica.

La riduzione è omogenea e si riferisce alle distanze tra tutti i punti in posizione certa. È così che presupponiamo che ogni punto rappresentato nella dichiarata riduzione ha quella stessa posizione sulla superficie terrestre, fatte salve le approssimazioni della proiezione utilizzata.

Non poteva essere così per le carte medievali, che esprimono solo una scala grafica, priva di riferimenti a elementi numerici inevitabilmente destinati ad essere imprecisi se non fuorvianti. Le carte portolano offrono una proporzione tra un luogo e l'altro: le misure si ricavano con l'uso del compasso che esteso sulla linea della rotta, si riporta sulla scala delle miglia. D'altro canto, le scale delle distanze delle varie carte esaminate spesso corrispondono anche nella semplice formula che viene utilizzata per disegnarle: un righello frazionato da segmenti verticali con al centro un cerchietto che circonda un punto. I segmenti (Fig. 34a) sono posti a uguale distanza l'uno dall'altro per delimitare spazi intermedi a loro volta suddivisi da quattro punti equidistanti. Si creano così gruppi di 5 spazi per sezione (Lepore et al., 2012).

La carta prodotta a Palma o a Venezia, al di là della varietà delle misure locali, poteva essere utilizzata indistintamente da tutti i marinai del Mediterraneo e ciò costituisce un altro elemento di standardizzazione. Questo non risolve, generalmente, l'enigma del tipo di miglio utilizzato e della sua precisa misura: dal XIX secolo si discute su miglio romano, arabo, nautico, portolanico, di lega catalana ecc. e si sono avute valutazioni anche molto diverse senza raggiungere un dato definitivo. Vedremo più avanti come un contributo possa venire dallo studio della produzione cartografica post-cinquecentesca ma, per il momento, fermiamoci a considerare che il primo elemento che si impone dalla lettura della carta portolano è la fitta rete di linee che copre l'intera rappresentazione (con l'eccezione delle carte più antiche). Nel caso delle carte più antiche, tutte le linee derivano da due centri e da altri sedici punti (uno ogni 22° e mezzo) su ciascuna delle due circonferenze (Lepore et al., 2011, p. 128). Le carte più recenti presentano un solo centro e una sola circonferenza (Fig. 34b) tuttavia, per coprire l'intera superficie del disegno, si ha necessità di individuare uno o due punti esterni alla circonferenza disposti lungo l'asse est-ovest. Tutti questi punti hanno la stessa funzione delle rose dei venti: indicano le direzioni.

Crescenzo si sofferma poi sugli inchiostri, in particolare su quello verde, con osservazioni che troveranno conferma quando analizzeremo il retro della carta di Francesco Beccari (Figg. 50 e 51) e si renderanno utili



**Figura 34. Elementi della carta portolano. Scale delle distanze di:** a) Beccari 1403, BRB, 1980.158.; b) Vesconte, 1311, ASE, C.N. 1; c) Dulceti, 1330, AFC; d) Soler, 1385, ASE, C.N. 3; e) ricostruzione del reticolo dei rombi di vento.

alla comprensione delle fasi costruttive della carta: *gli otto venti principali, cioè Levante Ponente Mezogiorno, Tramontana, Scirocco, Maestro, Greco, Libeccio di negro; gli altri otto mezzani trovati tra questi di colore verde, è meglio la pasta verde che il verderame, essendo che questo rode la carta, e guasta gli altri colori, e ultimamente le 16 quarte sono tirate di rosso, cioè minio e cinaprio stemperati tutti con acqua e un poco di gomma arabica* (Crescenzi, 1607, pag. 190). Quindi 32 direzioni separate da  $11^{\circ}15'$ , apparentemente un numero limitato per poter scegliere la rotta giusta. In realtà, la combinazione delle direzioni definite dalle rose dei venti permettevano di individuare la rotta giusta da qualsiasi porto si salpasse e per qualsiasi destinazione. I rombi infatti a questo servivano ma anche a fare il punto in navigazione e dunque dovevano raggiungere una buona precisione. Le righe di Crescenzi suggeriscono l'uso di colori codificati nelle direzioni delle rose dei venti: una standardizzazione che facilita la lettura del pilota già evidenziata nel *De navigatione* di Benedetto Cotrugli.

Il secolo che separa il testo in esame dalla stagione d'oro delle carte portolano ha imposto una verifica. Per questo abbiamo deciso di volgerci alle carte marine prodotte tra l'inizio del XIV secolo e il 1615 così come riproposte nel CD allegato in Lepore et al. (2011). Il confronto conferma l'osservazione di Crescenzi nella totalità delle carte del CD in esame (51 tra carte e atlanti) anche se alcune carte sono molto deteriorate rendendo l'osservazione assai difficoltosa. Impossibile o quasi eseguire un'analisi sulla *Carta Pisana* e sulla *Carta di Cortona* (le carte rimaste precedenti a Vesconte) che presentano una rete di rombi semplificata e, in parte, inconsultabile vuoi per lo stato dell'originale vuoi per la qualità delle riproduzioni. Certo è, a conferma di una cartografia matura e standardizzata già all'inizio del XIV secolo, che le carte di Pietro Vesconte presentano i colori previsti.

Seguendo le raccomandazioni di Crescenzi (1607, p. 187), prima di partire il pilota deve guardare sulla carta i punti di partenza e di arrivo per segnare, eventualmente con il "piombino" il segmento che li unisce. È uno *strumento da formare i primi abbozzi de disegni colla matita di color di piombo, per ridurgli poi a perfezione colla penna o col pennello* (Borghini, 1584). Cennino Cennini (1370-1427) scrive che si tratta di uno stilo di piombo e stagno ben battuto a martello, utile per disegnare. Il tratto poteva essere cancellato senza problemi utilizzando mollica di pane (Cennini, 1821, pp. 10 e 11) o cera come suggerito da Crescenzi. Un sistema che permetteva di tenere la carta sempre in ordine e priva di segni tracciati in precedenza. Naturalmente, risulta piuttosto difficile che il segmento della rotta si sovrapponga ad una direzione data dalle rose. Per questo Crescenzi (1607, p. 193) specifica che *non vi essendo vento proprio che da un luogo all'altro conduca, è necessario, che egli prenda uno di quei, che nella carta sono delineati, parallelo a quello, ch'egli imagina, che passa dal luogo della partenza al luogo ove si va*. Per questa operazione sono sufficienti un righello o un compasso: seguendo la linea fino alla rosa di origine e osservando il colore *quel tale dirà essere la via che la sua nave ha da tenere*, cioè si guarderà la bussola e si allineerà la prua alla quarta indicata dalla carta. Una procedura replicabile a bordo anche in caso di eventi che abbiano allontanato la nave dalla rotta prevista. Una volta fatta la stima approssimativa del punto in cui si trova la nave, il pilota, ricorrendo anche a diffuse tabelle di correzione, ma comunque valutando tempo, distanza percorsa, angolo di deviazione poteva agevolmente impostare una nuova rotta oppure riprendere l'originaria. Benché proposto alla fine del XVI secolo questo utilizzo della carta, nella sua estrema semplicità, non solo si adatta efficacemente alle carte portolano ma risponde anche a chi, guardando alla formazione sostanzialmente empirica dei piloti, ritiene la carta portolano come uno strumento troppo complicato per essere usato a bordo. La medesima riflessione è applicabile al semplice metodo di triangolazione suggerito da Cotrugli già nel XV secolo: *Et allora volendo sapere quante miglia si da longe da terra, et ponere lo punto proprio dove te trovi nela carta, allora avisarai per la bussola dui lochi in terra, per qual vento sta ogniuno d'essi, et per quello vento sta metti li dui compassi, et in quello loco dove se ionge l'altri dui punte delo compasso tenendo, et correndo con le altre dui per li venti directi ad quelle parti, in quello loco et in quello proprio punto sete. Et mettendoe uno punto de cera nela carta de navigare, et de quindi potrai mensurare fino in terra, et saperai la distantia dele miglia* (Falchetta, 2009, p. 183).

Possiamo calcolare, sempre con una certa approssimazione, che le carte nautiche di formato «normale» presentano una scala che si aggira intorno al rapporto 1:5.000.000, per le più piccole si può arrivare al rapporto 1:6.000.000, per le più grandi (come nel caso della carta di Beccari) al rapporto 1:3.800.000 ma non sappiamo precisamente se questi valori corrispondono in tutti i punti del quadro della carta. Questi dati sono ricavati per deduzione, utilizzando il metodo cartometrico che, semplificando e nel nostro lavoro, consiste nell'applicazione di una serie di procedure grafiche e geometriche che permettono di ricavare mi-

sure direttamente sulla carta poi rapportate alla realtà della superficie terrestre. Abbiamo già avvertito che la completezza del disegno di una carta di insieme può essere derivata da quadri cartografici differenti, frutto di rilevazioni effettuate da disegnatori diversi, magari non contemporanei. Ma la prudenza trova ulteriore ragione quando si pensi che anche le carte attuali - dopo aver emendato quelle di periodo moderno da alcuni errori di rilevamento - restano comunque approssimate, vuoi per la curvatura della superficie terrestre vuoi per la proiezione utilizzata.

Le tecniche di riproduzione delle carte nautiche sono note: dal ricalco al frazionamento della superficie da disegnare, alla trasparenza ottenuta unguendo un originale e illuminandolo sul retro o a una matrice opportunamente preparata con i contorni del disegno bucherellati per favorire il passaggio di finissimi pigmenti sulla copia, oppure, utilizzando un sottilissimo panno di seta disegnato, con funzione di matrice, da punzecchiare lungo i contorni del profilo costiero da riprodurre. Crescenzio (1607, p. 189) suggerisce due sistemi. Le copie si possono fare *rigando con aghi sottili damaschini le coste, poi mettendo questa sceda pertusata* [contorno forato] *sopra la carta pecorina*, spolverizzando dell'indaco ben macinato che passerà attraverso i fori e *doppo con penna sottile si tirano le coste sopra lo spolverizo*. In alternativa, si può disporre la matrice del disegno delle coste *sopra un tellaretto della grandezza della stessa carta* attraversato da alcune corde ben tese di liuto o di chitarra e su queste si poggia la matrice e la pecorina *sopra che si ha da fare la nuova carta e immobili l'una e l'altra incontro alla spera del sole, restando il modello assai trasparente; si disegneranno con sottilissimo lapis le coste, e doppo si tireranno con inchiostro e penna sottile*.

La carta di Dulceti del 1339 viene oggi generalmente attribuita alla stessa mano che disegnò quella conservata in AFC datata 1330 (Pujades i Bataller, 2007 e Fig. 35). Ora, anche sulla firme apposte su queste carte, si è aperta una grande discussione dettata, almeno tra la fine del XIX secolo e la prima metà del secolo scorso; anche da spirito na-



Figura 35. Il profilo costiero della carta di Dulceti, 1330, AFC e, sullo sfondo, quella del 1339, GBNF btv1b5901183k.

zionalista. Le firme sulle due carte sono state interpretate in diverse varianti (*de Dulceto, Dulceri, Dulcert, Dulceti, de Dalorco, de Dalorto, de Dulceto* ecc., cfr. Rosselló i Verger, 2011, pp. 61 e 62) ma resta grande la probabilità che l'autore sia lo stesso e per questo da ora in avanti scriveremo indistintamente di (Angelino) Dulceti.

Tante sono le ragioni: prima di tutto la superficie rappresentata che include le regioni settentrionali europee, poi l'attenzione ai particolari dell'entroterra ed infine alcuni elementi squisitamente pittorici e decorativi comuni. Comunque sia, profittando anche della corrispondenza delle scale delle distanze, abbiamo sovrapposto i due profili costieri giungendo - pur mancando una perfetta aderenza anche a causa della deformazione dei due supporti - a conclusioni sostanzialmente analoghe.

Nella carta di Parigi (Fig. 35) la costa settentrionale dell'Africa, nella sua parte più occidentale, appare più meridionale e la linea costiera atlantica risulta più orientale, come se il Mediterraneo fosse meno esteso in longitudine tanto che le posizioni di Corsica e Sardegna finiscono per non corrispondere. Tuttavia, se spostiamo il tracciato focalizzandolo su aree parziali della rappresentazione tutto torna al proprio posto, anche i più fini particolari del profilo. Se, ad esempio, posizioniamo il tracciato sul Mar Nero i due disegni corrispondono perfettamente mentre Corsica e Sardegna tornano nella medesima posizione se poniamo il tracciato sulla Penisola Italica. La dispersione in cinque continenti delle carte portolano rimaste, l'unicità e il grande valore di mercato, la politica conservativa delle più responsabili depositerie di fatto impediscono la comparazione degli originali.



Figura 36. Il profilo costiero della carta di Beccari e, sullo sfondo, la carta dell'anonimo Huntington, 1485-1499, SMHL, HM 1548. I gradi della scala della latitudine sono evidenziati dalle linee tratteggiate e dai numeri in bianco.

Una situazione che impone molta prudenza nelle misurazioni condotte su riproduzioni digitali che, per quanto accurate, non sappiamo quanto siano fedeli all'originale. Il metodo, spesso trascurato, di inserire accanto alla riproduzione della carta un doppio decimetro continuerebbe ad essere utile anche perché, proprio sulla carta di Francesco Beccari, abbiamo riscontrato una differenza tra le dimensioni dichiarate dell'originale e quelle trovate nella riproduzione.

### Le carte portolano con la scala della latitudine

Tra le oltre duecento (cfr. Campbell, in Agg. 2) carte portolano medievali conservatesi (si pensa siano una minima parte di quelle disegnate, nonché esempi di un prodotto ricco ed elaborato diverso dalla semplicità di quello in uso sulle navi) tre sono quelle che riportano la scala della latitudine: la carta conservata alla Huntington Library (SMHL, HM, 1548 dell'ultimo quarto del XV secolo), la *Carta di Gap* nel dipartimento delle Hautes-Alpes (AHA, IE 470) e quella di Francesco Beccari del 1403.

Come vedremo, la scala graduata dell'anonimo della Huntington (Fig. 36) e quella di Francesco Beccari (Fig. 39) vengono considerate come giustapposizioni posteriori al XV secolo mentre per la carta di Gap (Figg. 37 e 51) si scriverà, a nostro avviso correttamente, di un'errata datazione. Nella carta della Figura 36, i toponimi manifestano un'origine veneta e probabilmente è stata prodotta a Venezia prima del 1492, dal momento che vi si rappresenta l'emirato di Granada. Sul lato occidentale mostra una semplice scala della latitudine che copre per intero i paralleli che vanno dai 24° ai 57° Nord. La rappresentazione infatti include la Penisola dello Jütland, il Mar Baltico e le aree più meridionali della Penisola Scandinava come nei prodotti di scuola maiorchina derivati da Dulceti peraltro richiamati anche dalle tradizionali decorazioni e da alcuni aspetti dell'interno europeo. I toponimi delle coste africane si interrompono al 27° parallelo, ma il disegno prosegue oltre la penisola di Dakhla fin quasi all'altezza del Tropico del Cancro. La scala della latitudine è molto semplice e senza colori, sommariamente disegnata con un doppio tratto, incoerente con l'aspetto grafico della carta e palesemente aggiunta in un secondo momento. Le informazioni geografiche comunque presentano una sostanziale coerenza nelle misurazioni atlantiche con l'eccezione dell'estremità meridionale dove la penisola di Dakhla è posta a 25° (un errore di circa 2°).

La *Carta di Gap* (Fig. 37) in molte zone illeggibile e nel complesso gravemente deteriorata, è stata esaminata all'inizio del secolo scorso da Guillaume (1911) e poi da de La Roncière (1911). Il disegno mostra un ricco apparato ornamentale. La scala della latitudine è senza indicazione dei gradi ed è rappresentata come il completamento della cornice sul lato occidentale. Le sezioni meridionale e settentrionale si incontrano con una leggera inclinazione seguendo la raffilatura del collo della pergamena. La Roncière suggerisce un'origine, o quantomeno, un'utenza portoghese, enfatizzando la focalizzazione sull'Atlantico ed in particolare sulle coste africane. Non manca di notare qualche toponimo meridionale esplicitamente lusitano



Figura 37. Il profilo costiero della carta Beccari e, sullo sfondo, la *Carta di Gap*, XVI sec. AHA 1 Fi 36/1 E 47.

ed un superficiale trattamento per il settentrione europeo proponendo una datazione compresa tra il 1430 (anno della conquista turca di Salonicco) e il 1453 (la caduta di Costantinopoli), una data contestata perché fondata *on the unreliable grounds that Constantinople still flies the Byzantine flag* (Campbell, 1987, p. 386). Guillaume osservando la grafia ed esaminando le iscrizioni, nota il *fleur de lis* sulle tre rose dei venti che rimanderebbe a un modello *qui rappelle le XV siècle*. Una notazione quindi derivata da osservazioni soprattutto formali, ma anche quella proposta da de La Roncière pare frutto di una lettura che certamente appare non approfondita tanto da affermare che: *l'Irlande ne figure pas sur notre carte*, eppure l'isola c'è tutta ed è ben visibile. Oggi si ritiene che la carta sia stata prodotta nel XVI secolo.

Anche per la scala graduata della carta di Beccari del 1403 (Figg. 38 e 39), si era convinti di una giustapposizione posteriore di cui peraltro non si danno indicazioni temporali ed è in questo caso che non concordiamo. Innanzitutto manca una vera analisi che sostenga questa ipotesi. Come già osservato (Lepore et al., 2011) l'*expertise* di Almagià del lontano 1952, cui ancora oggi si fa riferimento, non può essere portata a sostegno di quella vasta letteratura che ritiene impossibile la presenza di una scala della latitudine prima del secolo XVI. Ma è bene riprendere le tre righe scritte dall'Almagià che vide la carta quando ancora apparteneva ad un privato prima che venisse esposta alla mostra di cartografia storica *The World Encompassed: An Exhibition of the History of Maps*, organizzata al Baltimore Museum of Art, nell'autunno 1952 e tenere conto del fatto che doveva essere in cattive condizioni e poco leggibile: *Una graduazione delle latitudini da 27° a 52° e due scale di miglia spagnuole e olandesi sono forse da ritenersi aggiunte inserite più tardi*. Tutto qui, anche se in realtà la scala della latitudine corre dal 26° al 56°.

Ricordando quanto scritto sopra da de La Roncière per la *Carta di Gap* e le nuove datazioni proposte per altre carte dai più recenti contributi degli specialisti, viene il sospetto che i primi commentatori non sempre abbiano guardato agli originali, ma a riproduzioni ed anche che successivi restauri abbiano fatto riemergere porzioni di disegno altrimenti oscurate. Tutto ciò consiglia una revisione di quelle analisi prodotte prima dell'introduzione di strumenti digitali. In realtà, la prudenza espressa nel giudizio di Almagià, che pur avvertiva della necessità di sottoporre la carta *ad uno studio particolare che richiede laboriosi confronti*, si è poi trasformata, negli studi a seguire, in certezza ma ciò che conta è che non

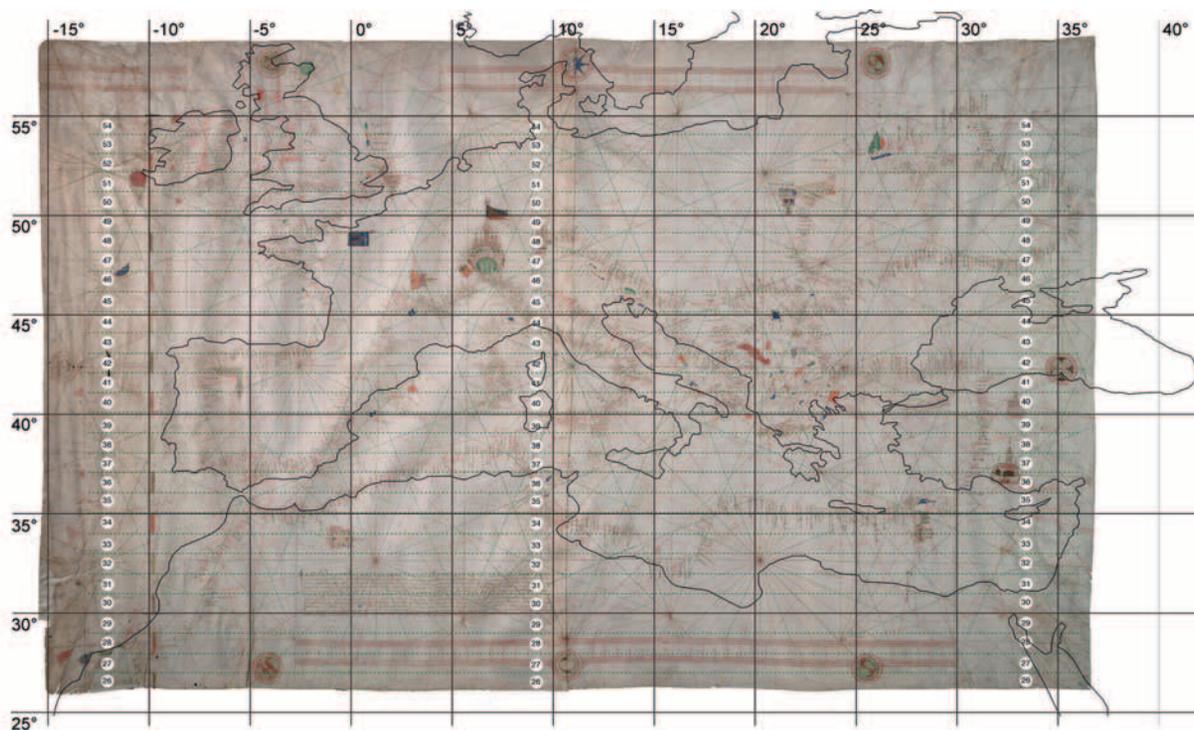


Figura 38. Il profilo costiero di una carta odierna in proiezione cilindrica e, sullo sfondo, la carta di Beccari.

sono stati condotti (come del resto per molte delle carte portolano) esami paleografici sull'originale (il nostro è stato eseguito su una copia ad alta risoluzione fornitaci dalla BRB), esami con l'ausilio di qualsiasi forma di *enhanced lighting* se non una spettroscopia Raman (magari capaci di rivelare elementi ucronici) e lo stesso vale per analisi chimiche degli inchiostri e dei pigmenti o per un più agile esame al microscopio. È allora palese, da un punto di vista scientifico, che è la sovrapposizione successiva della scala a dover essere dimostrata, un'operazione il cui risultato potrebbe far crescere in modo esponenziale il già alto valore di mercato di questa carta.

Prima di addentrarci in un'analisi più serrata della carta di Beccari, merita soffermarsi a confrontare le latitudini atlantiche offerte dalle tre carte medievali che ne riportano la scala e da una carta seicentesca che ha il merito di affiancare la scala delle distanze a quella di latitudine. La carta di Beccari, infatti, è l'unica tra le carte portolano conservatesi che posiziona due scale delle distanze a fianco della scala graduata di latitudine stabilendo un rapporto tra misura angolare e misura lineare, anticipando quella disposizione che si risconterà in carte prodotte nei secoli successivi come nell'esempio della carta di Luís Teixeira (matematico e cartografo portoghese del XVI secolo, Fig. 51d). Quest'ultima privilegia gli aspetti formali rispetto alla correttezza delle informazioni geografiche, come suggerito dalle elaborate rose dei venti, dall'accuratezza delle vignette illustrative e dalla ricchezza cromatica (Fig. 33c e d). La rappresentazione include le Isole Britanniche, la sezione meridionale della Penisola Scandinava e la Penisola dello Jütland coerenti con la realtà. La scala della latitudine graduata e bicroma è posizionata sul lato occidentale ed ha i numeri dei gradi rovesciati. È interessante notare che la partizione della scala delle distanze è perfettamente sovrapponibile a quella di Beccarie e mostra un'aderenza sorprendente sia per quanto riguarda le coste atlantiche e le Isole Britanniche, sia per il Mediterraneo ed il Mar Nero.

**Tabella 2. Costa atlantica. Confronto tra i dati di latitudine di tre carte medievali e la carta di Luis Teixeira (i valori frazionati della latitudine sono frutto della suddivisione in porzioni del segmento del grado espresso nelle diverse carte)**

	<i>Coordinate (Google Earth)</i>	Francesco Beccari, a. 1403	Differenza	Anonimo Gap, (?)	Differenza	Anonimo Huntington, fine XV sec.	Differenza	Luis Teixeira, 1600 ca.	
Zee Brugge	51°20'	51°	20'	51°?	20'	51°	20'	51°1/3	X
Isola di Wight	50°42'	50°3/4	X	50°1/2	X	50°	42'	51°	X
Isole Aran	53°6'	52°1/4	40'	52°1/2 ?	30'	51°1/2	30'	52°½ ?	30'
Cap de la Hague (Francia)	49°43'	50°	20'	illeggibile		49 e 1/5	30'	49°2/3	X
Pointe du Van	48°4'	48°	X	illeggibile		47°1/2	30'	48°1/4	X
Capo Finisterre	42°55'	42°1/2	25'	43°1/3	25'	42°1/2	25'	43°1/3	30'
Capo Sagres	37°	37°	X	37°	X	37°	X	37°	X
Ceuta	35°53'	36°	X	35°2/3	X	36°	X	35°1/3	20'
Capo Spartel	35°47'	35°3/4	X	35°3/4	X	36°	20'	35°1/3	20'
Safi (Marocco)	32°18'	32°1/2	15'	illeggibile		31°1/2	1°15'	31°2/3	30'
Gran Canaria	28°	27 e 2/3	20'	27°	1°	27 e 1/3	40'	27°2/3	20'

Le Tabelle 2, 3 e 4, in un certo senso falsano i dati della latitudine estratti dalla carta di Luís Teixeira: un riscontro della lunghezza dei singoli gradi disegnati indica che quelli a sud risultano più brevi di quelli a nord, senza che al momento si possa definire se ciò possa essere determinato da un restringimento del supporto o da un errore nel frazionamento della scala poi emendato dalla riduzione della lunghezza attribuita al grado. Per questo, una volta sovrapposto il profilo della carta di Beccari alla carta di Teixeira, il primo risulta più esteso e dunque più preciso in latitudine particolarmente per la sezione settentrionale.

**Tabella 3. Mediterraneo centrale. Confronto tra i dati di latitudine**

	<i>Coordinate (Google Earth)</i>	Francesco Beccari, a. 1403	Differenza	Anonimo Gap, (?)	Differenza	Anonimo Huntington, fine XV sec.	Differenza	Luís Teixeira, 1600 ca.	Differenza
Venezia	45°28'	48°1/4	3°	49°?	4°	48°	3°	50°	5°
Genova	44°24'	46°1/2	2°	46°1/2	2°	46°	1°1/2	48°	3°1/2
Capo Corso	43°	44°3/4	1°1/2	44°3/4	1°1/2	44°1/2	1°1/2	45°3/4	2°1/2
Punta Marmorata	41°30'	42°3/4	1°	42°3/4	1°	42°3/4	1°	43°1/4	2°
Capo Spartivento (Sardegna)	38°52'	40°	1°	40°1/4	1°1/2	40°1/5	1°	40°1/4	1°1/2
Capo Bon	37°5'	39°	1°1/2	38°1/2	1°	39°1/4	1°1/2	38°3/4	1°3/4
Isola di Djerba	33°47'	35°3/4	2°	illeggibile		36°1/4	3°	35°1/2	2°

**Tabella 4. Mediterraneo orientale. Confronto tra i dati di latitudine**

	<i>Coordinate (Google Earth)</i>	Francesco Beccari, a. 1403	Differenza	Anonimo Gap, (?)	Differenza	Anonimo Huntington, fine XV sec.	Differenza	Luís Teixeira, 1600 ca.	Differenza
Alessandria	31°12'	35°1/2	4°	35 1/2	4°	36 1/4	5°	35	4°
Jaffa	34°45'	37 1/2	3°	illeggibile		38 1/2	4°	37 2/3	3°
Baruti	33°51'	39 abbondanti	5°	illeggibile		39 ¾ ?	6°	39 3/4	5°1/2
Alexandretta	36°35'	42	5°1/2	43	6°1/2	42 1/4	6°	42 3/4	6°
Cipro centrale	35°06'	40 ½		41	6°	40 3/4	6°	3/4	
Creta centrale	35°20'	39 1/2	4°	39 1/2	4°1/2	39 1/2	4°1/2	39 abbon- danti	5°
Metelini	39°10'	44	5°	44 1/4	5°1/4'	44	5°	44 2/3	5°
Costantinopoli	41°	46 1/2	5°1/2	46 2/3	5°1/2	46 1/4	5°1/2	47 2/3	6°2/3
Sinopi	42°	48 1/3	6°	illeggibile		47 1/2	5°1/2	50	8°
Vicina	45°15'	51	5°	illeggibile		Assente		assente	
La Tana	47°16'	55	8°	illeggibile		Assente 53 ½ ?	6°	57 1/3	10°

Come noto, i dati di latitudine del Mediterraneo sono molto più approssimati (nella Tabella si riscontano errori fino a 10°) e questo problema viene frequentemente associato ad una declinazione magnetica del Mediterraneo evidentemente diversa da quella riscontrabile sull'Atlantico (dove i dati sono molto più precisi). Sono però molti coloro che mostrano scetticismo sull'affidabilità delle ricostruzioni paleomagnetiche e forse la differenza qualitativa dei dati può anche aver prodotto le differenze di latitudine che stiamo considerando ma certamente non sconvolgeva i naviganti. *Che le carte da navigare del mare Mediterraneo siano abbagliate, non solamente è noto ai cosmografi, e ai piloti, ma ancora ad ogni sorte di marinaro. Perciò che il cosmografo vede l'abbaglio ne' gradi, mettendo la carta di navigare Alessandria e il monte di Seuta, all'incontro del monte di Gibilterra, quasi in un medesimo parallelo e grado; essendo tra l'uno e l'altro luogo più di quattro gradi di differenza e il Piloto e Marinaro*

*considera gli errori dei venti descritti nelle carte corse, che egli fa, trovandosi in quelle una quarta di vento discosto dal luogo, chegli pensava prendere, che in lungo viaggio viene a montare parecchi miglia* (Crescenzo, 1607, p. 175).

### La carta di Beccari del 1403

Della vita di Francesco Beccari *magistrum chartarum navigandi, civis Janue, degens pronunc Barchinone*, come per la maggior parte degli autori delle carte portolano, sappiamo molto poco. Nell'aprile del 1399 era a Barcellona impegnato insieme a Jafuda Cresques (musulmano convertitosi al cristianesimo che si farà Jaime/Jaume Riba, figlio di Abraham, fondatore della famosa bottega cartografica) nella redazione di *quatros mapamondo* per curarne gli aspetti decorativi (Skelton, 1968).

Francesco Beccari è considerato uno dei migliori cartografi del medioevo. Una sola carta è rimasta di una produzione che doveva essere ben più ampia ma è Campbell (in Agg. 1) a rammentare che *the later Venetian collection, known as the Cornaro Atlas, includes what is obviously a careful copy of a lost work of his (with two versions of the Black Sea), evidently later than the chart now at Yale University*. Le sue conoscenze si trasmetteranno a Battista, forse suo figlio e sicuramente attivo tra 1426 e 1435 a Genova e Maiorca. Di Battista ci sono rimaste due carte, mentre altre due sono attribuite alla sua bottega.

La carta di Francesco presenta aspetti distintivi che la rendono unica nel panorama delle circa quaranta che la precedono. Limitandosi agli aspetti formali, già le sue dimensioni (93x139,5 cm) sono inconsuete. Dopo le operazioni di ripulitura, sbiancatura, messa in tensione e raffilatura, le dimensioni di una pergamena risultano piuttosto standardizzate (intorno ai 60x100 cm). Il supporto su cui è disegnata la carta di Beccari è invece costituito da due rettangoli, più o meno delle dimensioni standard, che uniti lungo il lato maggiore raddoppiano la superficie del disegno. Supporti per carte di queste dimensioni, fino al 1500, si contano sulle dita di una mano e solo due sono precedenti al 1403. Di queste solo la più antica, quella di Pizzigano, mostra la stessa tecnica di unione delle pelli che ritroviamo anche in una carta di dimensioni più piccole disegnata a Palma da Dulceti



Figura 39. La carta di Beccari del 1403, BRB, 1980.158.

nel 1339 (GBNF, btv1b5901183k). Nella stragrande maggioranza dei casi le carte portolano conservatesi sono disegnate su un unico pezzo di pergamena che proviene dalla pelle ricavata dalle spalle (spesso con il profilo del collo) e dalla schiena di un agnello di media corporatura.

Le restanti carte di grande formato sono tutte ricavate da un pezzo unico, probabilmente ottenuto dalla pelle di un animale più grande di un agnello. Altra particolarità che la distingue nel panorama delle carte nautiche medievali, è una lunga annotazione in latino, la lingua universale di quei secoli, che ci fa pensare ad un'utenza non necessariamente italiana o iberica. È posizionata in tutta evidenza nella parte inferiore della rappresentazione. Nelle undici righe che la compongono ricaviamo autore (Francesco Beccari, genovese), luogo di redazione (Savona) e data di composizione (febbraio 1403).

Si tratta di informazioni che rimandano ad una sorta di prodotto certificato: l'imprimatur del *magister chartarum*, ma anche la puntualizzazione che non si tratta di una copia bensì di un originale che presenta delle specificità illustrate dallo stesso autore. Firma e notazioni sulle carte non sono poi così frequenti e, evidentemente, caratterizzano i disegni originali piuttosto che le repliche che da un autorevole e conosciuto originale si ricavano nelle botteghe cartografiche. Nella nota, egli scrive che le distanze delle coste atlantiche sono state notevolmente allungate: *Et potissime in costa portugalli videlicet ad capud Sancti Vincentis usque ad capite*



Figura 40. Carta di Beccari (dettaglio). Scala graduata di latitudine lungo le coste atlantiche e sovrapposizione di proiezione cilindrica.

*finisterre et in steria maris seu litorum et locorum Byschaye et costa Britannie atque Insula Anglie, e dichiara posui dictam Insulam [Sardegna] in presenti carta in loco proprio in quo esse debet.*

Dal testo si ricavano anche utili indicazioni sul lavoro del cartografo che qui fa riferimento ad informazioni ricavate da chi vive in mare, *naviganti et navigaturi* nonché ai prodotti del passato e a quelli dei colleghi: *et ceteri magistri cartarum tam Catalani, veneti Januenses quam alii qui cartas navigandi fecerunt temporibus retroactis, soliti erant in eis apponere.* Quello che le righe di Beccari sembrano suggerire è un terreno comune di elaborazione che approfitta dei miglioramenti portati avanti anche da altri maestri per giungere ad uno strumento sempre più perfezionato e rispondente alle esigenze di marinai e studiosi. È un'impressione che trova conferma grazie al confronto, portato avanti nelle righe che seguono, con carte prodotte prima del 1403 per riscontrare, nel rispetto del principio di standardizzazione del disegno, eventuali debiti e innovazioni.

### Un confronto con le carte anteriori al 1403

Per un raffronto con le carte del passato abbiamo scelto le due carte più antiche conservatesi, la *Carta pisana* (ultimo quarto del XIII sec., Fig. 42) e quella di Cortona (inizio XIV secolo, BAE, Port., 105). A queste abbiamo affiancato altre sei carte. Due riconducibili al primo quarto del XIV secolo, sono distinte da un disegno essenziale che si limita a rappresentare dati utili alla conoscenza dello spazio senza abbellimenti o decorazioni: potrebbero richiamare carte nautiche effettivamente utilizzate a bordo.

Dalle principali botteghe catalane provengono altre quattro carte. Una di queste, quella di Dulceti del 1330, è considerata come il modello cui le stesse scuole hanno attinto (Magnaghi, 1898) e che Beccari probabilmente ha conosciuto direttamente nel periodo della sua attività alle Baleari. Le altre due di Guillem Soler e quella dell'*Anonimo maiorchino* conservata a Parigi sono della seconda metà del XIV secolo. Con quella di Pizzigano disegnata a Venezia nel 1367, precedono di pochi decenni il 1403.

Per il confronto tra le diverse carte, abbiamo riportato le restituzioni digitali alle dimensioni dell'originale e ricalcato sia i profili continentali sia quelli delle isole principali del Mediterraneo. Questo ha consentito, di volta in volta, la sovrapposizione in trasparenza alle carte garantendo una netta impressione di insieme (Fig. 41).

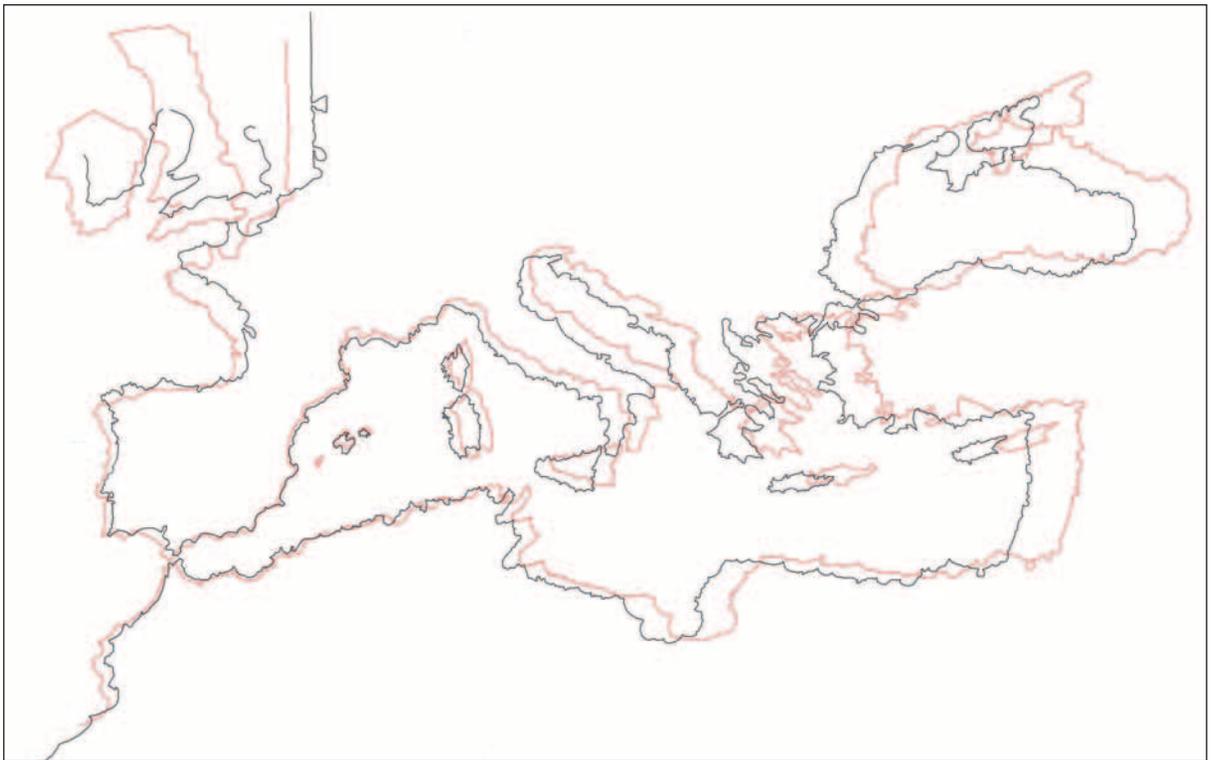


Figura 41. I profili delle carte di Dulceti (AFC, in rosso) e di Beccari (in nero).

### *La Carta Pisana e la Carta di Cortona*

I disegni non coprono l'intera superficie rappresentata nella carta di Beccari e quindi i confronti sono stati solo parziali. Nella *Carta Pisana* (Fig. 42) il disegno dell'Atlantico è veramente approssimativo e il Mar Nero, a causa di una lacerazione, è assente. La carta sostanzialmente inquadra solo il Mediterraneo. Le penisole e le isole principali, anche se mostrano forme piuttosto primitive, sono collocate in posizioni prossime a quelle reali e le distanze che le separano corrispondono sufficientemente.

Il profilo costiero dell'Atlantico fortemente inclinato nella *Carta di Cortona* sembra avere qualche somiglianza con la *Carta Pisana*. Tuttavia, dalla *Carta di Cortona* manca buona parte del Bacino Occidentale del Mediterraneo (la Penisola Iberica per intero) mentre si intravede la costa atlantica all'altezza del Golfo di Bisaglia. Dall'osservazione di alcuni particolari del Mediterraneo Orientale (qualche penisola, le foci fluviali, ecc.) sembra che il disegno scaturisca da dati già consolidati tanto che, in questa area, nei decenni successivi non si presenteranno modifiche sostanziali.

I rombi di vento della *Carta Pisana* e della *Carta di Cortona* sono disegnati solo per l'area interna alle circonferenze lasciando privi di direzione alcune importanti aree della rappresentazione. Nella *Carta Pisana* queste zone corrispondono al Bacino di Alboran, alla Sirte, alla Costa Adriatica orientale e, presumibilmente, al Mar Nero. Queste aree, in maniera atipica, vengono coperte da direzioni essenziali grazie ad una serie di quadrati (divisi dalle loro diagonali) costruiti sulla retta ortogonale tangente il punto della direzione di Libeccio (nel caso delle prime due) e di Greco nel caso delle altre. Pujades i Bataller (2007, p. 476) ha notato che restano prive di indicazione di direzione l'Inghilterra e, parzialmente, la Palestina che mostra evidenti analogie con la carta di Vesconte del 1311.

Nella *Carta Pisana* gli otto venti principali sono indicati sul bordo della circonferenza all'interno di una cornice. La scheda di catalogo della conservatoria osserva che i quadrati funzionano anche come una scala di distanza, in quanto il lato di ogni quadrato corrisponde a due divisioni della scala delle distanze (Foncin et al., 1963, p. 9). Nella *Carta di Cortona* le due circonferenze vengono ulteriormente abbassate rispetto alla *Carta Pisana* (segno evidente del disinteresse per le regioni esterne al Mediterraneo) trovando il loro punto di tangenza all'altezza di Malta. Rimangono totalmente scoperti l'Adriatico ed il Mar Nero. Ciò viene a confermare l'arcaicità della rappresentazione ed un uso della bussola in mare probabilmente non ancora del tutto affermato. Questi limiti nell'indicazione delle direzioni verranno superati con la soluzione della circonferenza unica dove i rombi si prolungano all'esterno come a partire dalla carta di Soler custodita a Parigi (cfr. Campbell, in Agg. 2).



Figura 42. Anonimo (fine XIII sec.). *Carta Pisana*, GBNE, btv1b52503226n.

Concludendo è opportuno osservare che tra queste carte e la produzione successiva, da Pietro Vesconte (a. 1311) in poi, si assisterà ad una generale quanto evidente evoluzione del disegno costiero che si farà ancora più esplicita nella carta di Dulceti del 1330.

### ***Gli anonimi della Riccardiana e della Biblioteca nazionale di Francia***

La carta anonima (BRF, 3827) datata al primo quarto del XIV secolo (ma si vedano le considerazioni di Campbell in Agg. 3), offre interessanti spunti di confronto. Nel panorama delle carte predulcetiane, spicca per l'aspetto consunto, il disegno essenziale del profilo costiero e per le due circonferenze da cui si originano le *rhumb lines*. È priva di qualsiasi concessione estetizzante e contrasta con la stagione immediatamente precedente degli atlanti di Pietro Vesconte, ricchi di figure e decorazioni.

La sovrapposizione con il profilo della carta di Beccari sorprende perché già vi si riscontra quell'aggiustamento delle distanze lungo le coste atlantiche assente in molte carte posteriori delle scuole maiorchine (Fig. 43). Lo stesso che Beccari reclama come una novità da lui introdotta. In realtà non si riscontra una sovrapposizione integrale con il profilo costiero della carta del 1403, ma aggiustando il confronto per parti più che per l'intero, alla corrispondenza delle distanze complessive del tratto di costa che va dallo Stretto di Gibilterra alle coste meridionali della Gran Bretagna fa da contrappunto la differenza nel profilo della costa occidentale della Penisola Iberica e nel tratto più interno del Golfo di Biscaglia. Il primo tratto di costa è più breve (e meno corretto) rispetto a quello di Beccari e la Costa Cantabrica mostra un'inclinazione che produce una posizione più settentrionale del punto più interno del golfo. Altro errore in latitudine si riscontra nella posizione della Penisola del Capo Finisterre che, nella carta della Riccardiana, viene a trovarsi più a Sud. Ulteriori differenze si ritrovano nel disegno dell'Adriatico che, nel punto più interno, si inoltra nel continente più del reale conferendo all'Italia una forma più stretta. Così anche per il profilo costiero del Mar Nero che sembra attingere a fonti cartografiche diverse da quelle di Beccari.



**Figura 43.** Il profilo della carta di Dulceti (AFC) e, sullo sfondo, la carta dell'Anonimo genovese, GBNF, btv1b550024806.

Anche la carta anonima, probabilmente di scuola genovese della metà del XIV secolo e conservata alla GBNF mostra, come quella della Riccardiana appena considerata, un'impostazione essenzialmente pratica. Se si esclude una semplice vignetta riferita a Venezia (due semplici facciate sui lati di un canale, Fig. 47) non

troviamo alcuna concessione estetizzante, i mari sono lasciati in bianco e le terre, prive di ogni informazione morfologica, sono ricoperte di una tinta acquosa color ocra. Guardando alle Coste Atlantiche si rileva la consueta differenza nello sviluppo in latitudine del profilo costiero e una toponomastica meno ricca rispetto a quella di Beccari. Ciononostante, le posizioni di Corsica e Sardegna sostanzialmente coincidono e la sovrapposizione con la carta di Dulceti evidenzia l'aderenza dei litorali orientale e occidentale delle due isole. È importante osservare che, una volta ridotti tracciati e disegno delle carte alle stesse proporzioni, le scale di distanza corrispondono perfettamente.

### *La scuola catalana: Angelino Dulceti*

Forse di origine genovese, ma operante a Palma, Angelino Dulceti ci lascia una delle prime carte nautiche firmate e datate. Questa carta, insieme a quella di Perrino Vesconte, è la prima ad aggiungere all'informazione nautica qualche particolare dell'interno delle terre (fiumi, montagne, ecc.) nonché quei brevi testi di commento e quelle vignette di abbellimento che diventeranno tipiche della scuola catalana. Guardando all'Atlantico Settentrionale, il disegno si estende alle Isole Britanniche, allo Jütland, alla Penisola Scandinava più meridionale, al Baltico. Si presenta dunque come un prodotto maturo e perfezionato tanto che regolerà per almeno due secoli (senza disconoscere aggiustamenti e arricchimenti che arriveranno fino alla metà del secolo successivo) la rappresentazione del Mediterraneo e delle Coste Atlantiche. Una standardizzazione ottenuta anche con la messa in opera di vere e proprie tecniche di duplicazione manuale, che rendono molto difficoltosa l'attribuzione di queste rappresentazioni medievali.

Da qui in avanti la carta nautica, nella quasi totalità dei casi, rappresenterà il Mediterraneo per intero e il tratto costiero Atlantico che, con allargamenti occasionali a Nord e Sud, va dalle Canarie fino alle Isole Britanniche, alla costa delle Fiandre, in alcuni casi, fino al Baltico e alla Penisola Scandinava. Si tratta di terre poco frequentate dai commercianti e dagli armatori italiani che si limitavano a raggiungere i porti di Southampton e di Bruges, che funzionavano da punti di contatto e di scambio con i mercanti e i marinai del Nord dell'Europa.



Figura 44. Dulceti, 1330, AFC.

Interessante notare che la Scozia è divisa dall'Inghilterra da quelli che appaiono come due canali che si interrompono in un'area centrale per dare origine oppure originarsi da un vasto lago (Fig. 45). Si tratta comunque di un disegno molto approssimativo probabilmente dovuto alla frammentarietà delle informazioni su luoghi quasi irraggiungibili e rotte che Magnaghi (1898) ritiene, in gran parte, gelosamente controllate dalla Hansa. Così continuerà ad essere riproposto, almeno nei secoli XV e XVI, negli atlanti di Grazioso Benincasa, nella carta di Aguiar del 1492 (Fig. 45 a). Il canale potrebbe essere associato al Fiume Tyne un confine naturale lungo la linea Bowness on Solways-Newcastle dove viene a sfociare nel Mare del Nord. Il Tyne si origina dalla confluenza, nei pressi di Hexham, del Nord Tyne e del Sud Tyne che corre immediatamente a sud del Vallo di Adriano (non rappresentato nelle carte portolano considerate). Il nord Tyne, che oggi si origina sul confine tra Scozia ed Inghilterra, è immissario ed emmissario del Kielder Water: un invaso naturale (divenuto un bacino artificiale nell'ultimo quarto del secolo scorso) la cui posizione può richiamare quel vasto lago rappresentato nelle carte portolano. Altri corsi d'acqua scendono da questa area verso il Solway Firth e il Mare d'Irlanda ed è questo sistema idrografico che può aver dato origine, nelle carte portolano, ad una rappresentazione ideografica del confine dei due stati poi abbandonata nella successiva cartografia terrestre che lo sostituisce con il Vallo di Adriano (Fig 45b).



Figura 45. Il confine tra Inghilterra e Scozia. a) Jorge Aguiar, 1492, BRB, 2005107; b) il Vallo di Adriano nella *Britanniae insulae quae nunc Angliae et Scotiae regna continent [...]* del 1549, GBNF, cb40743875b. Dettagli.

La carta del 1330 si presta ad altre osservazioni. Come abbiamo scritto, il tratto caratteristico dei manufatti più antichi è quello della doppia circonferenza da cui si dipartono i rombi con due centri distinti, elemento che potrebbe far pensare ad una rappresentazione unitaria derivata da due tavole differenti ed in cui si può riconoscere, come nel caso della sostanziale staticità del disegno del Mediterraneo orientale, l'ipotesi che la rappresentazione unitaria dello spazio sia frutto della collazione di carte parziali per singoli settori. Un altro importante elemento della carta di Dulceti è la ricchezza del patrimonio toponomastico, che amplia quello fino ad allora utilizzato con 79 località. Per avere un altrettanto consistente arricchimento (80 toponimi) occorrerà aspettare proprio la carta di Beccari (Campbell, in Agg. 1 e Lepore e Piccardi, 2016). Il confronto con la carta del 1403 evidenzia che le scale delle distanze, una volta portati i due tracciati alle stesse dimensioni, corrispondono perfettamente. Il profilo di promontori e falcature è molto simile, talvolta sovrapponibile.

Non mancano però differenze nelle posizioni sia in longitudine sia in latitudine. Operando sull'immagine digitale è stato possibile ingrandire il profilo di sovrapposizione in base alla scala delle distanze: il Mediterraneo ha una maggiore estensione longitudinale nella carta di Dulceti con la conseguenza di un progressivo spostamento da occidente verso oriente delle penisole e delle isole, Sardegna e Corsica comprese.

### *La scuola catalana: Guillem Soler*

Questo confronto non poteva escludere le due carte complete (il frammento di un'altra si è conservato a Barcellona) di Guillem Soler, capostipite di una famiglia maiorchina che opererà a partire dalla seconda metà del XIV secolo fin oltre la metà del secolo successivo. Le due carte scelte sono, nell'aspetto generale, molto diverse. Quella del 1368-1385 custodita alla Biblioteca Nazionale di Parigi è ricca di ornamenti pittorici, soprattutto stemmi e bandiere, decorati con colori vivaci e preziosi. Quella custodita a Firenze (Fig. 46) ha un aspetto più disadorno e sobrio, palesando la varietà di prodotti della bottega e un adattamento alle richieste della committenza. Il disegno costiero delle due carte è però sostanzialmente lo stesso e presenta quei difetti che sono oggetto di critica nella nota di Beccari. In sostanza aderisce solo parzialmente a quello che abbiamo definito modello dulcetiano, perché l'estensione in longitudine del Mediterraneo risulta addirittura maggiore. Da questo dipende, nel confronto con Beccari, l'accentuazione di quel fenomeno di spostamento a oriente di Corsica e Sardegna. Anche Italia e Grecia sembrano più lontane tra loro e in generale sempre più distanti dallo Stretto di Gibilterra. Tra le vignette che si trovano nelle carte di Soler abbiamo individuato una curiosa analogia nella rappresentazione di Venezia con la carta di scuola genovese (GBNF, Ms. ital. 1704 cui abbiamo accennato a pag. 84). La vignetta è replicata nelle due carte della bottega di Soler (Fig. 47), ma appare anche nella carta della bottega di Cresques BNCF port. 22, dell'ultimo quarto del XIV



Figura 46. Il profilo costiero della carta di Beccari e, sullo sfondo, la carta dell'anonimo maiorchino (bottega Cresques), ultimo quarto XIV sec., BNCF, port. 22.

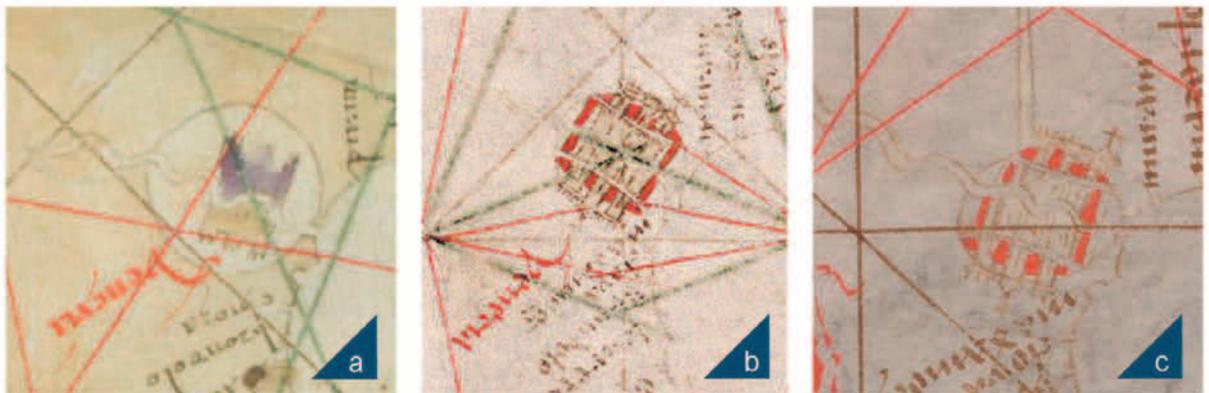
secolo, Fig. 46): proviene forse dalla rappresentazione schematica della carta di Parigi oppure i decenni che separano Soler e l'*Anonimo genovese* di Parigi impongono una riflessione sulla datazione?

### **La Carta di Pizzigano**

Il confronto tra la carta di Beccari e quella dei Pizzigano. (BPP, Ms. Parm., 1612) è dovuto alle analogie nel formato e nel sistema di giuntura dei due pezzi di pergamena che la compongono. Ancora una volta siamo di fronte ad un documento che, seppur integro, appare molto usurato. La carta (firmata e datata 1367) è stata con buona probabilità prodotta a Venezia. Anche se ci troviamo in presenza di un grande formato, il disegno dei litorali occupa solo la parte centrale dello spazio, lasciando un ampio margine su tutti i lati che viene riempito da illustrazioni e iscrizioni più o meno lunghe. Sul lato orientale appare per la prima volta in una carta del Mediterraneo (almeno stando alle riproduzioni disponibili) il disegno del Caspio.

Le coste atlantiche sono disegnate dalle Canarie fino alla Penisola dello Jütland. La riproduzione digitale (Pujades i Bataller, 2007) non è molto leggibile, ma sembra di intravedere anche il Baltico e la Penisola Scandinava. Trovano invece conferma le caratterizzazioni che abbiamo ricondotto al modello dulcetiano: linea costiera atlantica meno estesa in latitudine, posizione di Sardegna e Corsica corrispondenti nelle due carte, Mediterraneo Orientale e Mar Nero con i consueti profili, adesso leggermente più settentrionali. Anche in questo caso la scala delle distanze è sovrapponibile alle altre e, una volta portati i profili alle dimensioni giuste, corrisponde perfettamente. Cercando di sintetizzare i risultati della comparazione appena operata e guardando con maggiore attenzione al Mediterraneo Orientale, si può affermare che nella carta di Beccari (ma lo stesso, in linea generale, vale per le altre) il profilo costiero segue un modello evidentemente consolidato tanto che la sovrapposizione con quello di Dulceti è quasi perfetta ed un ulteriore confronto con le carte attuali esalta una precisione così precoce. Naturalmente scriviamo soprattutto di forme (il Mare di Azov con il golfo di Taganrog, la Penisola di Kerch, il Mar di Marmara, la Calcidica, Creta, Cipro) e non di effettive posizioni, ma tutto l'insieme è coerente e, proporzionalmente, le distanze tra i luoghi corrispondono. Diversamente una profonda innovazione si incontra nel profilo Atlantico di Beccari (Fig. 48). Probabilmente un modello sperimentato che, quando si escluda l'estensione in longitudine del Mediterraneo, non richiede speciali attenzioni di aggiornamento: benché in tutte le carte qui esaminate risulti un errore notevole con le posizioni reali di latitudine la carta di Beccari conferma l'accoglimento di informazioni datate limitatamente al Mediterraneo Orientale.

La carta di Beccari, certamente non molto illustrata, ha degli abbellimenti pittorici molto contenuti: una stella blu a indicare il Nord, una croce nera per l'Est, le iniziali in maiuscolo dei venti che contraddistinguono



**Figura 47. Venezia. a) anonimo genovese, GBNE, btv1b550024806; b) Guglielmo Soler, ASF, C.N. 3; c) Guglielmo Soler, GBNE, cb40667508k. Dettagli.**

no le altre direzioni (Ostro, Africo, Ponente, Maestro, Greco). Tra le immagini risaltano, oltre alla bandiera per Parigi e Savona, le vignette, undici in tutto, di altrettante città: Genova, la più vistosa con due bandiere, Santiago de Gallicia, Tirimisse, Cologna, Avignone, Venezia, Vicina, Damasco, Gerusalemme (con l'indicazione del Santo Sepolcro), Lo [cha] (Cairo forse identificato anche come Babilonia).

Vicina (ancora oggi si discute sulla sua esatta posizione, Fig. 49) viene rappresentata come una città cinta di mura sulla riva destra del *Flume de Vecina* (evidentemente il Danubio) dove si viene a formare l'ampio delta sul Mar Nero. Le notizie su Vicina sono scarse, la località è già presente nella *Carta di Cortona* e la segnalazione si perpetuerà per lo meno fino al 1468 nelle carte di Rossell e della sua scuola. In proposito è interessante notare che il toponimo è assente dalla carta di G. Benincasa del 1461 che rappresenta forse l'ultimo modello innovativo delle carte portolano medievali. Rădvan (2010, pp. 250-51) scrive che all'inizio del XIV secolo era un possesso bizantino devastato, intorno al 1337, da orde pagane probabilmente mongole o turche. L'autore guarda poi a un documento che annota l'istituzione o la cessazione dei seggi vescovili della regione e aggiunge che la città, intorno alla metà dello stesso secolo, è sempre più infestata dai barbari. La popolazione cristiana si riduce e nel 1359, ad evidenza del declino progressivo della città, il Metropolita Iachint sposta il proprio seggio da Vicina ad Arges.



Figura 48. Profilo costiero della carta di Beccari (dettaglio) e, sullo sfondo, il Golfo di Guasogna e la Manica della carta di Pizzigano, 1367, BPPP, Ms. Parm., 1612.



Figura 49. Vicina. a) Beccari, 1403; b) Dulceti 1330; c) Bottega Vallseca, c.1440, BNCF, Port. 16; d) Anonimo maiorchino, 1450-75, BRB, 2003564. Dettagli.

Se queste notizie rendono Vicina un luogo di frontiera in bilico tra civiltà cristiana e barbarie pagana, Papacostea (1978, pp. 69-78) suggerisce che il declino della città non dipenda dalla conquista mongola ma dalla guerra tra Genova e i Bizantini del 1351-1352. Seguendo altre indicazioni cartografiche medievali, Vicina viene collocata dopo Drinago, a sud del ramo principale del Danubio e quindi potrebbe essere collocata anche dove oggi sorge Isaccea. Ciononostante, la sua posizione rimane incerta. Gheorghe I Brătianu è propenso a collocarla a Mahmudia, l'archeologia rumena azzarda l'identificazione con l'isola fluviale danubiana di Pecuiul lui Soare, prossima a Calarasi oppure all'area di Hârșova Topalu.

Quello che più interessa è che Vicina, a partire dalla metà del XIV secolo, perde progressivamente d'importanza per lasciare spazio ad altre località intorno alla foce del Danubio che ne raccolgono l'eredità commerciale: un arcaismo perpetuatosi nella scena geografica fino al XV secolo.

È dunque sul disegno dell'Atlantico che la carta di Beccari si distingue in modo evidente anche dalla carta di Soler che, come abbiamo visto, richiama un profilo arcaico riconducibile alla scuola maiorchina. A confermare le dichiarazioni di Beccari viene piuttosto il disegno completamente nuovo delle coste atlantiche, nelle distanze continentali e nelle posizioni della Gran Bretagna e dell'Irlanda. Il confronto evidenzia le grandi novità di misurazione e il maggior rigore della carta di Beccari che sistema correttamente le varie posizioni di latitudine dei centri marittimi dell'Atlantico europeo e non può che scontrarsi con l'opinione espressa da Campbell (in Agg. 5) secondo la quale *Even the celebrated innovator Francesco Beccari, responsible for bringing the Atlantic scale into alignment with that for the Mediterranean, was basically copying existing charts.*

### Una scala sovrapposta posteriormente?

Qualche anno dopo la pubblicazione di un volume sul *Kitab-i Bahriye*, l'atlante ottomano del Mediterraneo redatto all'inizio del XVI secolo da Piri Reis dove, in un'analisi comparativa con le carte nautiche medievali si proponeva l'originalità della scala graduata di latitudine di Beccari (Lepore et al., 2011, pp. 129-35), Campbell (in Agg. 4), ci ha dedicato attenzione pur mettendo in discussione questa ipotesi rilevando che *the accompanying writing [della scala graduata] is in a different hand, whose amateur nature is evident from the erratically-sized numerals and the occasional corrections to elements of the scale; the labels 'duitse mylen' and 'spa[n]se mylen' are anachronistic German terms; and, as would be expected if such a feature was being added to an existing chart, attempts were made to avoid disturbing what was already there. This can be seen in the lowering of the number 29 and the slight obscuring of the words immediately above and below it.*

Sulla coerenza paleografica della carta, risultato dell'analisi effettuata su una riproduzione digitale ad alta risoluzione, abbiamo già scritto in passato servendoci della competenza di Elena Cecchi Aste, docente di Paleografia mercantile nei diversi corsi tenuti dall'Istituto Internazionale di Storia Economica F. Datini e dall'Istituto di Studi Storici postali di Prato. La stessa che frequenta da oltre cinquanta anni il più importante archivio del medioevo conservatosi: l'archivio del mercante pratese Francesco di Marco Datini e che da sola o con Federigo Melis, Luciana Frangioni e Jérôme Hayez, ha curato letto e trascritto un gran numero di documenti conservati nello stesso deposito. I rilievi sullo spazio occupato dalla scala graduata e su eventuali sovrapposizioni nonché sull'anacronismo dei termini *duitse* e *spa[n]se* (oppure *Spanije*?) sono altrettanto opinabili. Sinceramente non comprendiamo l'anacronismo imputato alla presenza della scala in *duitse mijlen*. Se è vero che incontriamo questa unità di misura già nella *Narratio* del XII secolo, è altrettanto vero che le *duitse mijlen* continuano ad essere diffusamente utilizzate, quantomeno nei Paesi Bassi fino al XVIII secolo. Così per l'*Atlas ofte Water-Weereld* (1676 ca.) di Pieter Goos e per il *De Waterwereld* dell'idrografo e cartografo Jacob de Bucquoy (1752) che a partire dal 1720 lavorerà per la compagnia olandese delle Indie Orientali e da Henry Michelot idrografo francese *and pilot for the Royal Gallies*. Le scale delle distanze in *duitse mijlen* (o *mylen*) e *spa[n]se mijlen* sembrano essere rivolte a marinai dell'Atlantico. Fonetica e ortografia non sembrano quelle delle lingue latine mediterranee, ma abbiamo già trattato ampiamente dell'attenzione di Beccari per la resa cartografica dell'Atlantico, quindi non ci si dovrebbe meravigliare (l'Hansa nel 1400 controllava qualcosa come 3000 km di costa nord atlantica) se, oltre ad un profilo costiero sostanzialmente corretto, vengono riportate delle misure lineari locali, magari frequentemente usate sul tratto da Gibilterra a Bruges.

Del resto, una delle poche cose che conosciamo della vita di Beccari è che egli aveva già lavorato nel 1399 a carte destinate oltre che al Re di Aragona, a quelli di Navarra e d'Inghilterra i cui regni, inutile ricordarlo, si affacciavano esclusivamente sul Nord Atlantico. Sarà poi l'altra opera di Crescenzo, il *Proteo* (1595, p. 118,119) a motivare il recente inserimento di coordinate nelle carte prodotte nella Bottega degli Oliva di Messina e in quella dei Visconti di Genova. All'interrogativo *Maestro Baldassarro Visconti, ci rispose, che per amor di questi Vascelli, che lor dicono Bretoni, quali da due anni in qua portano il grano d'Alemagna in Genova: e si servono delle nostre carte, usandole con l'altezza de' luoghi, per non havere la prattica di questo Mare, come hanno i nostri marinari che conoscono per quella ogni isola, montagna o spiaggia*, diversamente sono costretti a cooptare, anche localmente, quei piloti che ben conoscono il Mediterraneo.

È un ragionamento che impone il punto di vista nordeuropeo sulle carte del Mediterraneo: se per i paesi che si affacciano su questo mare le coordinate sono pressoché inutili, si fanno invece necessarie per le imbarcazioni ad esso estranee. In sostanza, i Visconti, come in passato Beccari, rispondono ad una nuova domanda di mercato con una scala graduata. Ma, a ben guardare e nonostante la distanza presa dal nostro precedente lavoro, se si concorda - come sembra fare Campbell (in Agg. 4) con Gaspar (2010, pp. 69-70) quando scrive *The earliest extant chart to incorporate astronomically-observed latitudes is the Cantino planisphere[...] Although no graphical scale of latitudes is explicitly shown, the depiction of the Equator, tropics and Arctic Circle suggests that places are represented according to observed latitudes* - e dunque si accetta una *implicit latitude scale* questo concetto non può non applicarsi alla carta di Beccari indipendentemente dal riconoscimento che il disegno di questa sia o meno originale.

È lo stesso Campbell (in Agg. 1) nel suo studio sulla toponomastica a sottolineare, nell'ambito dell'innovazione quantitativa della toponomastica della prima metà del XV secolo, gli 80 nuovi toponimi inseriti dall'autore che gli fanno affermare *Unquestionably the greatest innovator of the 15th century, in more than just toponymy, was Francesco Beccari* e che una delle aree più innovative della carta di Beccari si individua nelle coste atlantiche di Spagna e Francia. L'arricchimento toponomastico si sposa, come abbiamo visto, ad una revisione delle distanze e delle latitudini della Penisola Iberica e delle coste francesi occidentali, tanto che questa carta presenta un profilo litoraneo del tutto innovativo rispetto alla produzione precedente. Un nuovo profilo indubbiamente molto più preciso e utile sia alle flotte commerciali dei paesi che si affacciano sul Mediterraneo sia a quelle che guardano all'Atlantico. Da qui l'esigenza di fornire misure utilizzate nelle due aree europee ponendole in relazione alla latitudine. Il punto è che Beccari sembra andare oltre una *implicit latitude scale*.

**Tabella 5. Posizione dei luoghi sulle coste africane nella carta di Francesco Beccari e in cinque carte settecentesche: 3. (GBNF, btv1b5966426s); 4. (GBNF, btv1b8595423q); 5. (GBNF, btv1b5966435r); 6. (GBNF, btv1b59664380); 7. (GBNF, btv1b5966449s).**

	1	2	3	4	5	6	7
	Reali (Gearth)	Beccari	Michélot 1720	Anville, XVIII	Borda 1780	Anonimo a 1783	Varela Y Ulloa 1787
Cap Beddouza	32°33'	32°3/4	32°23'	33°	32°35'		32°30'
Essaouira	31°30'	32°	31°10'	31°50'	31°25'		
Cap Ghir	30°37'	31°	30°	30°30'	30°40'		
Cap Draa Capo de Non	28°45'	29° 1/2	28°25'	28°45'	28°40'	28°38'	28°40'
Punta Blanca (Tarfaya)	27°57'		27°13'		27°55'	27°55'	(Capo Juby) 27°55'
Las Matillas	27°40' (?)	27° 1/4			27°45'	27°40'	
Capo Bojador	26°07'	?	26°12'	26°25'	26°10'	26°16'	26°08'

La Tabella 5, che amplia un raffronto già operato (Lepore et al., 2012, Tabella 1), riscontra le posizioni dei luoghi atlantici tra Cap Beddouza (già Cap de Cantin/Cap Cantin) e Capo Bojador così come individuate nella carta di Beccari del 1403 e nelle carte nautiche francesi e spagnole di due e tre secoli successivi. Prima di analizzare i dati è bene scrivere che la scala delle carte più recenti è molto più grande di quella della carta di Beccari ed inevitabilmente si presta ad una più precisa valutazione delle posizioni. È altrettanto interessante notare come alla fine del XVIII secolo, al di là dell'utilizzo dell'orologio nautico per calcolare la longitudine, alcune rilevazioni facciano ancora ricorso al punto stimato.

Così per la carta di Borda del 1780, dove in un cartiglio (Fig. 50) si può leggere che la costruzione di questa carta si basa su osservazioni della latitudine fatte in mare *et quelque fois à terre* e che i dettagli dei litorali continentali ed insulari *ont été tracés d'après des relevements combineés avec l'estime des routes*. Ciò che qui interessa è che il livello di approssimazione della latitudine dei luoghi della carta di Beccari è analogo quando non migliore di quello delle carte settecentesche. Conseguentemente e in ultimo, alla ricerca di sovrapposizioni e di criticità paleografiche merita guardare alla Figura 51. Come anticipato, il confronto esalta l'incoerenza della scala della latitudine nel contesto della Huntington 1549 e l'imprecisione, parzialmente emendata della *Carta di Gap*. Differentemente, nella carta di Beccari si ha l'effetto opposto: se guardiamo alla disposizione dei toponimi tra 27° e 29° si percepisce che questa è determinata dal rispetto di una scala che da qui corre a nord a comprendere la Scozia segnalando la punta più occidentale d'Europa (*Ardorm*/Capo Dunmore, talvolta An Dún Mór (?), e le isole Blasket ?).

Alla corretta osservazione di Campbell circa lo spostamento del numero di grado 29 (Fig. 53a) segue, a nostro

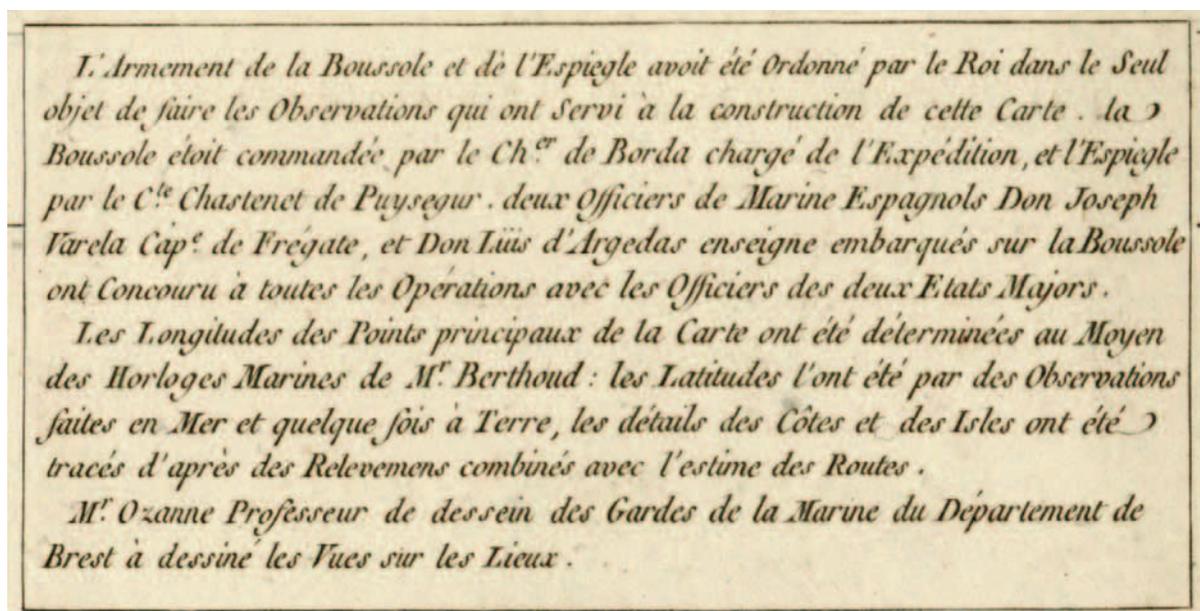


Figura 50. Jean-Charles Borda, 1780. Carta delle Canarie e di una parte delle coste occidentali d'Africa, GBNF btv1b5966435r. Avviso.

avviso, una conclusione errata: per chi scrive la scala è posizionata in uno spazio estremamente ristretto proprio per evitare di incrociare altri elementi della carta, quello spazio insomma gli è stato riservato, in qualsiasi altra posizione avrebbe coperto molti elementi della rappresentazione. Questo non evita la sovrapposizione di due toponimi irlandesi alla scala: l'isola *lester dirlanda* (le Skelling ?) che copre il colore cremisi dei 50° e *ardorm* sui 53° acromo: una sovrapposizione che assolutamente non disturba la lettura. Lo stesso si può dire per il leggero slittamento del grado 29 che poteva essere posizionato sul lato opposto della scala ma avrebbe compromesso l'utile espediente della disposizione dei gradi multipli di 5 sulla destra della stessa scala (unica eccezione sull'ultimo grado Nord). È probabile che le aree più a nord dell'emisfero fossero le meno conosciute da Francesco Beccari. Le coordinate dell'Irlanda sfiorano un grado di approssimazione, mentre a nord di Limerick il disegno della costa perde coerenza. Il profilo dell'isola in generale non sembra mostrare aggiornamenti rispetto alla produzione del secolo precedente e della bottega Cresques in particolare. Non a caso, accompagnato da un'annotazione, compare l'infinito numero delle pur fluttuanti ma non sempre mitiche Isole Fortunate, già presenti nella carta di Vesconte per Marino Sanudo del 1321 ca. (e da questi contate in 358 rispetto alle 368 di Beccari, BL, Add.MS 27376, <http://www.bl.uk/collection-items/liber-secretorum-fidelium-crucis-by-marino-sanudo#>). Non c'è da stupirsi anche perché, come ci racconta Zurla (1815 p. 122), il golfo su cui oggi si affaccia Galway continuerà ad ospitare ancora a lungo le isole Fortunate tanto che, a fine XV secolo, Alvise Ca' da Mosto specificherà che *el ditto colfo e secho et a molti paludi e chanali e quando la marea e bassa la più de 300 ixole*. Le stesse isole saranno rappresentate in un disegno sorprendentemente analogo a quello di Beccari e sostanzialmente con la stessa sua annotazione *Lacus fortunatus ubi sunt insule CCCLXVIII vocate Insule sancte beate* negli atlanti Benincasa (si riducono però a 357) quantomeno in quelli prodotti fino al 1469 (Pujades i Bataller, 2007, CD). Al di là di ogni *curious convention of early Mediterranean cartographers* (Freitag 2013, p. 7) e dei *toni più meravigliosi* degli Isolari (Lancioni 1991, p.144), le Isole Fortunate del Golfo di Galway trovano ragione della loro esistenza nell'affioramento di barre sabbiose in condizione di bassa marea.

Merita però guardare anche al retro della carta di Beccari che riserva delle sorprese. Mettendo da parte la scritta *carte marine* qui riportata, un restauro (operato non sappiamo quando utilizzando il supporto probabilmente pergameneo di un documento in lingua inglese per sostenere porzioni della pelle usuratesi) e il foro per il laccio che ci racconta di come la carta sia stata conservata, è la dominanza dell'inchiostro verde ad attirare l'attenzione. La

riproduzione digitale lo esalta nel tratto delle *rhumb lines* penetrato sul retro, ma anche nella vignetta di Santiago de Compostela (Fig. 52). Ancora una volta utilizzando un semplice strumento di gestione delle immagini, prendendo a riferimento le lacerazioni della pergamena, gli incroci delle *rhumb lines* e altre trasparenze (la croce che indica l'est, la scala grafica sul bordo meridionale) è relativamente facile individuare la posizione della scala di latitudine sul retro (Fig. 54), permettendo un confronto con il fronte che esclude l'interferenza delle piegature lineari della pelle. Così sul retro emergono le tracce del 44° e del 52°, mentre l'ingrandimento sul fronte evidenzia un tentativo di riposizionamento se non un errore di disegno sul 45° (lo stesso accade sul 35° e sul 31°). Impossibile dire, con i nostri strumenti, se questi interventi siano originali o tarde giustapposizioni. Quello che possiamo dire è che si tratta di interventi di pochi primi che aumentano il margine di errore rispetto ai dati reali delle coste atlantiche riscontrabili rispettivamente nelle posizioni di *Burgos* (Bordeaux) *Laxahy* (Lahúdky), *Cavo di Ager* (Cap Geer). Prima

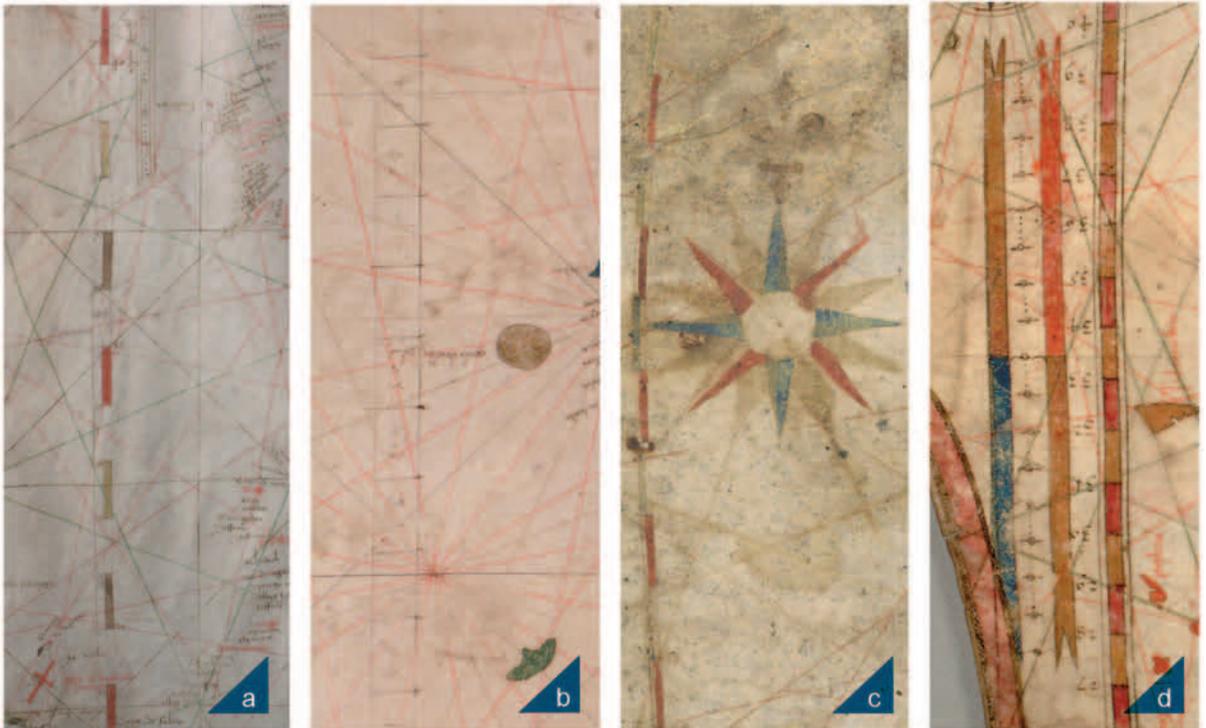


Figura 51. Scale di latitudine. a) Francesco Beccari; b) *Anonimo Huntington 1548*; c) *Carta di Gap*; d) *Louis Teixeira, 1600 ca., SMHL, HM 1549*.

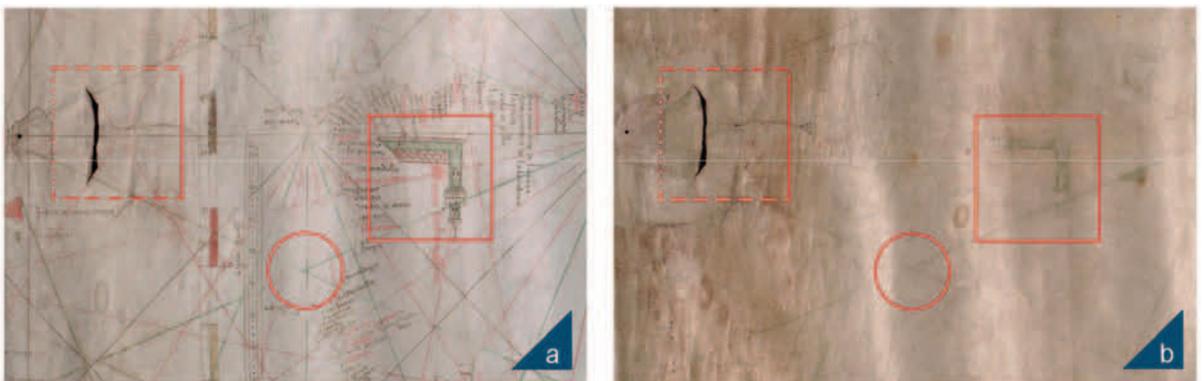


Figura 52. Fronte e retro della carta di Beccari con le lacerazione sui 42° e 43°, le trasparenze dell'inchiostro verde su Santiago de Compostela e delle *rhumb lines*. Dettagli.

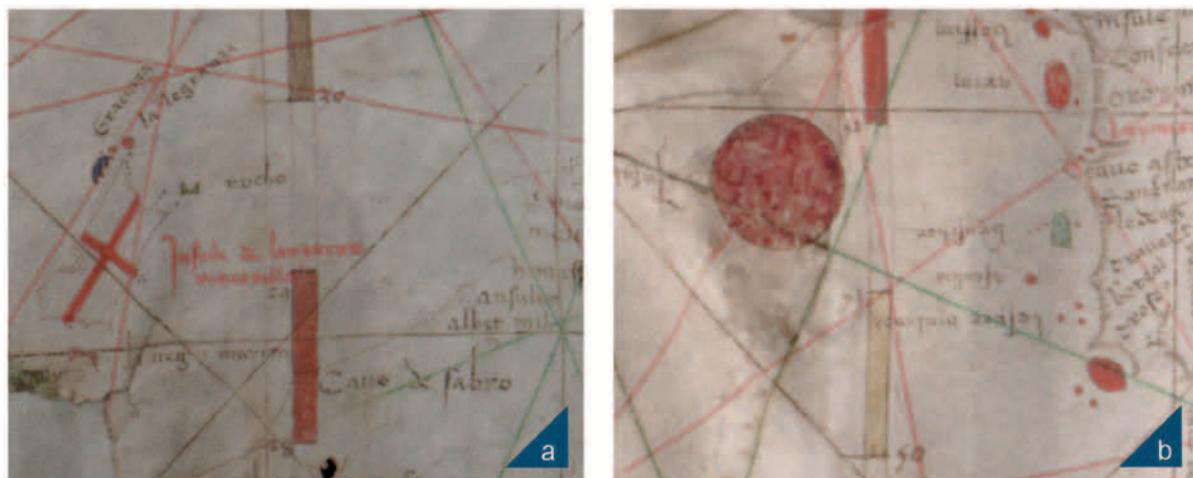


Figura 53. La carta di Beccari (dettagli). Le *rhumb lines* si sovrappongono alla scala graduata di latitudine. a) il rosso del toponimo *lanzaroto maroxello* evita la cifra 29 (rosso); b) il nero del toponimo *lester dirlanda* si sovrappone al color crema del 50°. Dettagli.

Campbell (1987, pp. 390 e 391) e poi Pujades i Bataller (2007, pp. 471-473) hanno tentato di sciogliere un'altra questione aperta, ovverossia in quale fase della costruzione della carta venga inserito il disegno delle *rhumb lines*. La conclusione è che non si ha una risposta univoca. Se le carte esaminate al microscopio da Campbell non danno un uguale quanto certo riscontro, Pujades i Bataller riferendosi a Martin Cortes de Albacar, tenta una sintesi delle fasi costruttive che, riassumendo, inizia da una partizione in quarti del supporto e dal disegno della circonferenza per passare al reticolo delle *rhumb lines* cui seguono, in ordine, il tratto del profilo costiero, la trascrizione dei toponimi, i disegni dei motivi ornamentali per finire con le scale grafiche e il *graduate the chart in terms of latitude*.

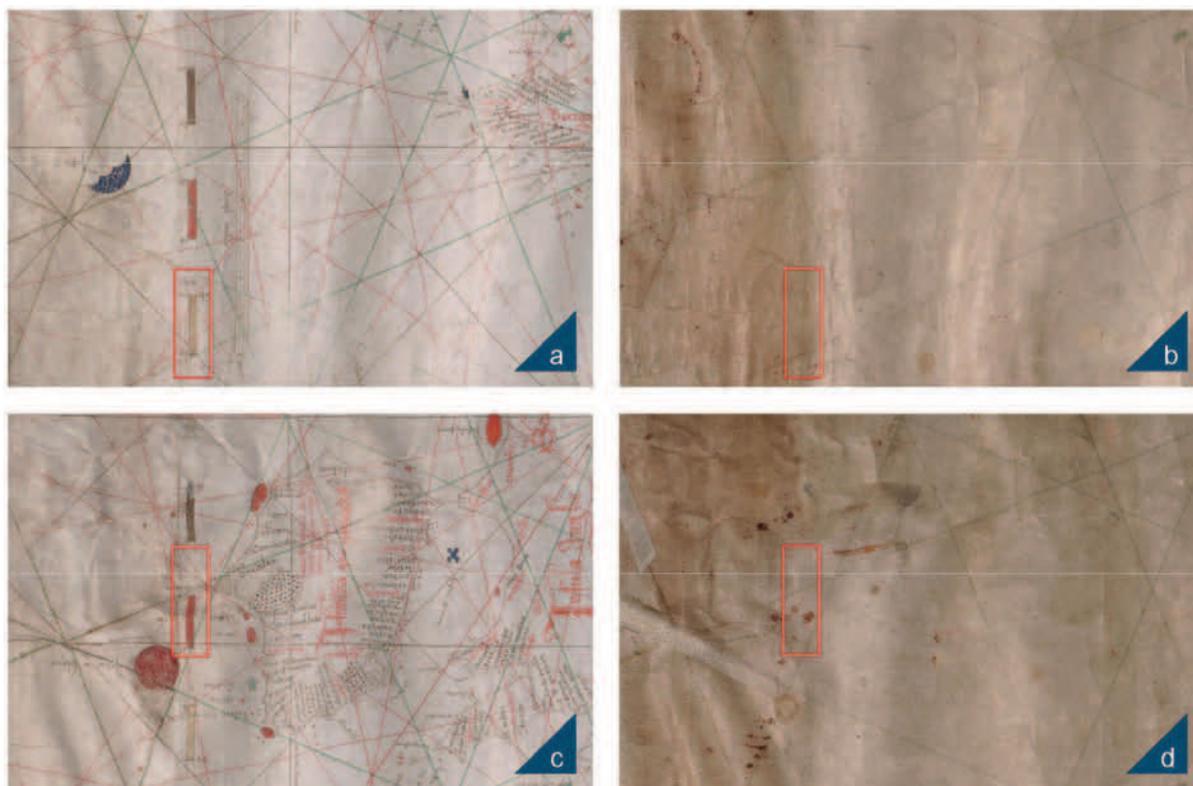


Figura 54. Fronte e retro della carta di Beccari sul parallelo 44 a e b, e sul parallelo 53 c e d. Dettagli.

Tuttavia è lo stesso autore a scrivere che si tratta di un processo non replicabile per tutte le carte portolano (e a fare propria la lontana osservazione di Konrad Kretschmer che di fatto esclude i rombi di vento come base del processo costruttivo) e che si riscontrano esempi dove in una prima fase si inseriscono con colore nero (talvolta degradato in seppia) gli otto venti principali dopodiché si inizia il disegno delle coste quindi si trascrivono i toponimi neri. Per ultime si disegnano le rimanenti linee verdi e rosse delle rose dei venti. Diversamente, per Rossellò i Verger (2011, p. 69) la prima fase costruttiva è dedicata a *dibujar la telaraña de rumbos orientada sobre el pergamino*, la seconda al ricalco del profilo costiero, la terza alla trascrizione dei toponimi.

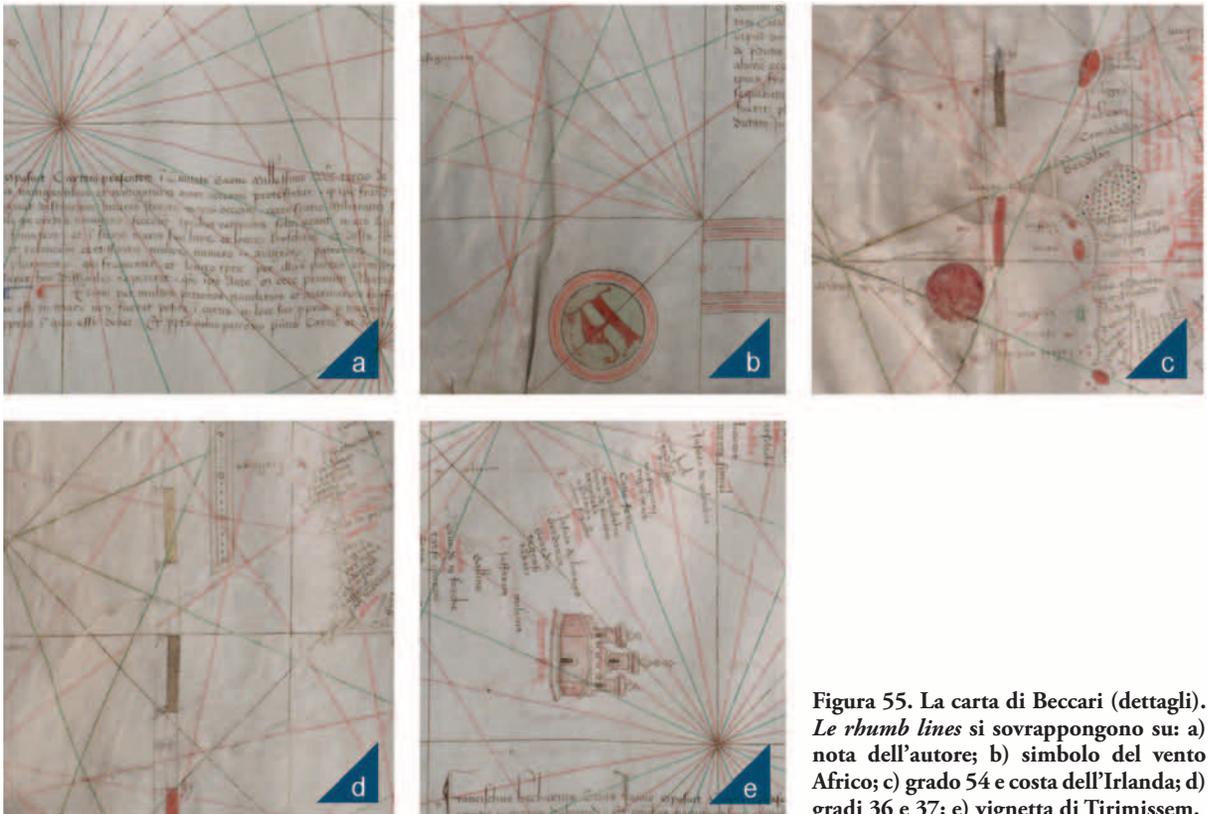
Per quanto ci riguarda, abbiamo lasciato per ultimo un esame visivo della carta per due, ovvie, ragioni: la prima perché questo non può che essere relazionato alla medesima capacità visiva e di distinzione cromatica del lettore (infatti, tra chi scrive, si sono registrate delle differenze seppur non sostanziali), la seconda perché abbiamo lavorato su una riproduzione digitale. In ogni caso e con questi limiti, in una sorta di test che può essere allargato ai lettori, abbiamo osservato i colori alla ricerca di sovrapposizioni nei diversi elementi della carta (scale, toponimi, annotazioni, rombi di vento, vignette ecc.). Di questo, per i limiti di cui sopra, diamo solo una breve sintesi.

Nota dell'autore (Fig. 55a): le *rhumb lines* sembrano coperte dal nero delle lettere della nota e la stessa impressione si ha guardando al contorno della figura del vento (Fig. 55b).

Scala della latitudine, 54° (Fig. 55c): due linee rosse attraversano il grado 54. Si sovrappongono alla scala, alla linea di costa ma sono sovrapposte dal nero dei toponimi.

Scala della latitudine, 37° (Fig. 55d): una linea verde attraversa il grado 37 in direzione sud-est. Si sovrappone alla scala, alla vignetta di Tirimissem (Fig 55e) ma è sovrapposta dai toponimi.

Isole Baleari, (Fig. 56a): le *rhumb lines* sembrano sovrapporsi al disegno e ai colori delle isole ma sono sovrapposte dai toponimi. Genova e Venezia (Fig. 56b): le *rhumb lines* sembrano sovrapporsi alla linea di costa, al disegno e ai colori delle vignette di città ma sono sovrapposte dai toponimi.



**Figura 55. La carta di Beccari (dettagli). Le *rhumb lines* si sovrappongono su: a) nota dell'autore; b) simbolo del vento Africo; c) grado 54 e costa dell'Irlanda; d) gradi 36 e 37; e) vignetta di Tirimissem.**

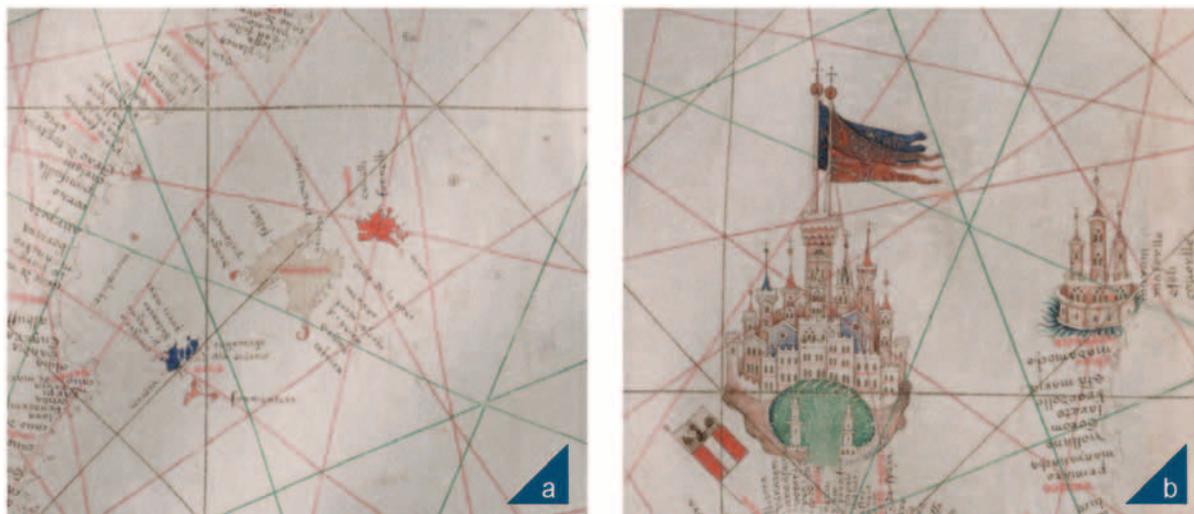


Figura 56. La carta di Beccari (dettagli). Gli inchiostri si sovrappongono su: a) Isole Baleari; b) Genova e Venezia.

Dall'analisi visiva sembra di poter concludere che le *rhumb lines*, quantomeno quelle colorate, sono tra gli ultimi elementi cartografici ad essere inseriti nella carta di Beccari, ma delle sue fasi costruttive come di quelle dell'*Anonimo maiorchino* (BNCF, port. 22) abbiamo già scritto in passato (Lepore et al., 2011 e 2012 entrambi on line in <https://unifi.academia.edu/marcopiccardi>).

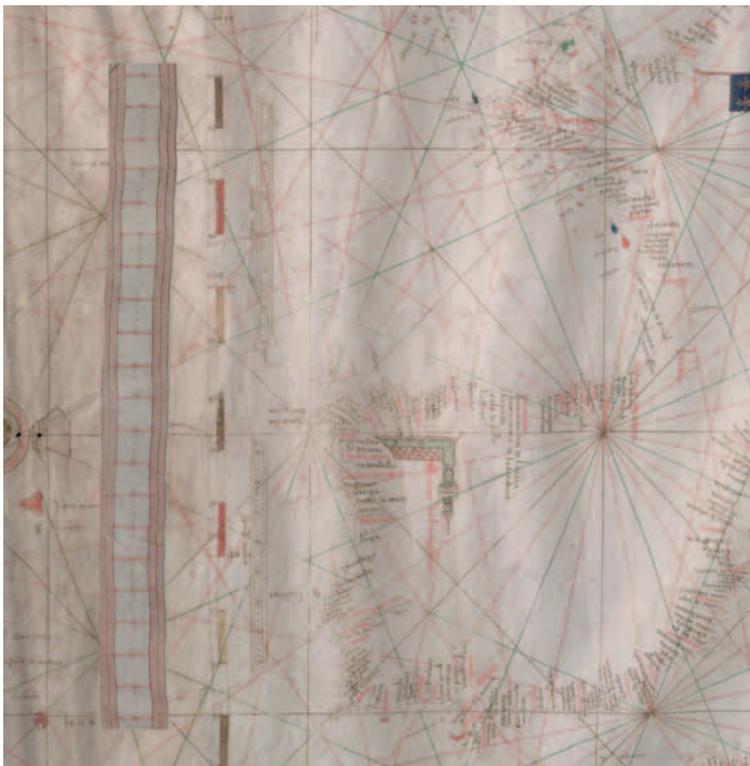
### Miglio lega spa[n]se e lega duitse

Se risulta evidente che i dati di latitudine sul versante Atlantico nella carta di Beccari sono sostanzialmente esatti, anche ammettendo che la restituzione del profilo costiero sia stata ricavata esclusivamente da distanze e bussola, è possibile riportare le misure angolari a misure lineari così come è stato fatto fin dal tempo di Eratostene e, in seguito, da Tolomeo e dai geodeti orientali. Così emerge un possibile, anche se dedotto, metro campione che è interessante mettere a confronto con le tre scale delle distanze presenti in questa carta riportandole al sistema metrico-decimale. La prima, la più vistosa, disegnata in basso e in alto per quasi tutta la lunghezza, è suddivisa in scansioni di cinque misure più piccole. Le altre due, meno appariscenti, in *duitse mijlen* e in *spa[n]se mijlen*, si trovano sul lato occidentale in mezzo all'Atlantico, corrono a fianco e parallelamente alla controversa scala della latitudine (Fig. 57).

Il nostro calcolo si basa sulla misura approssimata del grado di latitudine cioè 111 km. Si misurano poi le unità delle scale che sono necessarie a coprire la lunghezza di un grado e si effettua una semplice divisione. In realtà, per semplificare i calcoli e ridurre l'approssimazione, abbiamo considerato il numero di unità necessarie a coprire 4° di latitudine: 30 unità dalla *duitse mijlen*, 35 unità dalla *Spa[n]se mijlen* e 34 unità dalla scala della carta. Dodici gradi della scala della latitudine di Beccari corrispondono a 20 partizioni della scala delle distanze 1320 km: 20=66 km ca. per partizione. Ogni partizione è suddivisa in 5 unità =13,2 km. Se accettiamo l'affermazione, peraltro non motivata di Magnaghi e Baldi (1934), e consideriamo ogni unità pari a 10 miglia, otteniamo che il miglio *duitse* corrisponde a 1,46 km, che il miglio *Span[s]e* corrisponde a 1,25 km e che il miglio della carta di Beccari (e per estensione, come abbiamo visto, la maggior parte delle carte nautiche) corrisponde a 1,29 km. Tutto questo naturalmente con una certa approssimazione visto che effettuate sulla carta altre misurazioni, abbiamo ottenuto risultati che oscillano tra 1,20 e 1,35 km. Per un'ulteriore verifica di questo calcolo abbiamo misurato la lunghezza del Mediterraneo da Gibilterra a Gaza pari a circa 3715 km. Una volta riportata la scala delle distanze sul Mediterraneo centrale, la stessa misura è coperta da quasi 59 partizioni e questo porterebbe ad una distanza di circa 3900 km. Pur considerando le deformazioni del supporto di pelle animale, si tratta di un'ottima approssimazione della lunghezza del Mediterraneo (meno di 2°) specialmente se raffrontata con lo scarto di 20° ancora diffuso nelle carte tolemaiche del XVI secolo e con quello di 10-11° delle

carte mercatoriane. Un ulteriore riscontro ha guardato alla latitudine dello stretto di Gibilterra servendosi delle misure in *duitse mijlen* espresse nella *Narratio: sans doute par traduction pour les mieux faire appréhender par son public septentrional* (Gautier Dalché, 1995, p. 61). La distanza minima tra la costa africana e quella europea è coperta da 1-1½ unità di misura e questo ci fa pensare che ogni unità di misura sia rapportabile a circa 15 km. Inevitabilmente si tratta di una misura approssimata che però trova riscontro nella realtà.

Ci è sembrato interessante, e poi utile, mettere a confronto la scala delle distanze e la lunghezza grafica del grado di latitudine della rappresentazione di Beccari con esempi cartografici molto posteriori: una carta di Henri Michelot del 1720 (Fig. 59) e le carte di Pieter Goos (1616-1675, cartografo, incisore, editore e libraio nato a Amsterdam) del *Zee Atlas ofte Water-Weereld*: l'Atlante del Mare del 1672 considerato una delle migliori raccolte di carte nautiche del secolo (Fig. 58). Ciò che le accomuna è l'abbondanza e la corrispondenza delle scale grafiche utilizzate. La carta di Goos ne riporta tre, quella di Michelot, tre analoghe a quelle di Goos. Le tre scale comuni sono tutte riportate alla misura lineare del grado di latitudine, segno evidente che, se non altro in mare, si ricercava un riferimento astronomico. Le tre scale in comune tra Goos e Michelot sono in leghe tedesche (che in Michelot sono denominate olandesi, 15 per un grado), in leghe spagnole (17 e ½ per un grado) e in leghe francesi e inglesi (20 per un grado) che, riportate al sistema metrico, porterebbero ad un valore della lega pari rispettivamente a 7,33 km, 6,28 km, e 5,5 km. Giova qui ricordare che il valore della lega tedesca viene comunemente associato a 7.500 m e che un valore analogo era emerso dal confronto, tutto interno alla carta Beccari, associando la scala *duitse* a quella di latitudine. La carta di Michelot riporta una quarta scala: *Scala di 75 miglia per un grado [di latitudine] secondo l'uso del Mediterraneo*. Quest'ultima viene rappresentata in due modi diversi, il primo lineare, con la stessa forma delle altre, il secondo rimanda al metodo di rappresentazione delle carte portolano, con suddivisioni in sezioni di cinque punti (Fig 59b). Le due scale permettono un confronto sia tra la misura del grado in distanza in Michelot e in Beccari, sia tra il miglio secondo l'uso del Mediterraneo in Michelot e il miglio della scala delle distanze di Beccari. Il risultato è già ben rappresentato nella Figura 60, che dall'alto riporta nella prima riga (come pure nella più bassa)



**Figura 57.** La carta di Beccari (dettaglio). La scala delle distanze trasferita dagli autori a fianco della scala della latitudine e delle scale in *duitse* e *spa[n]se mijlen*.

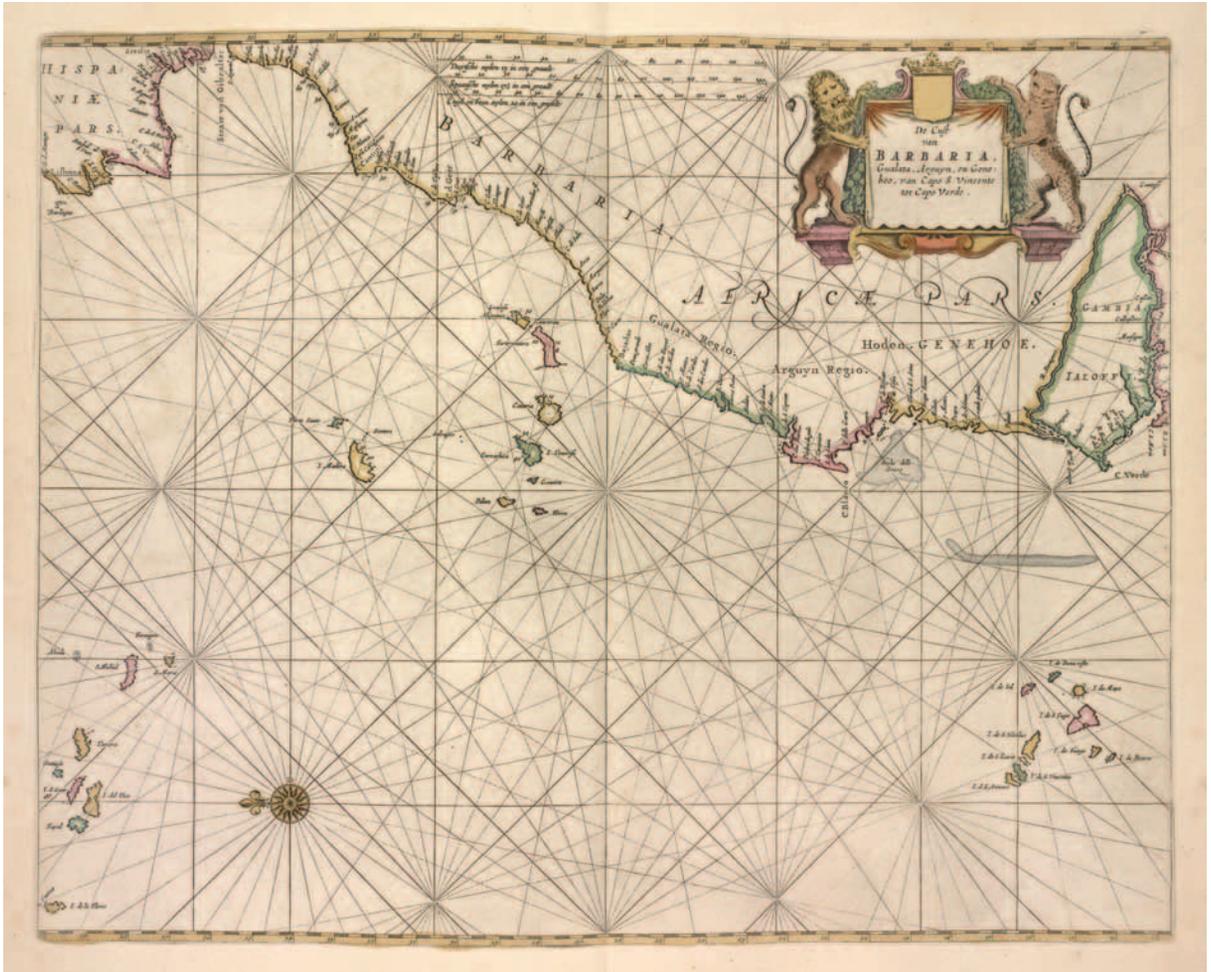


Figura 58. Pieter Goos, 1672 ca. Carta nautica dell'Africa nordoccidentale, NYPD.

il frazionamento in gradi della cornice di Michelot, nella seconda riga le due scale di Beccari destinate alla *Duitse mijlen* e alla *Spa[n]se mijlen*, nella terza la scala delle distanze di Michelot, nella quarta quella di Beccari, nella quinta la scala delle miglia al grado di latitudine di Michelot e nella sesta la scala in gradi di Beccari. Tutte, utilizzando il metro campione offerto dalla lunghezza grafica del grado, sono state riportate a proporzione. Lo si può notare dal fatto che lunghezza del grado di Michelot e lunghezza del grado di Beccari (linee 5 e 6) sono le stesse e che ogni grado di Beccari corrisponde a 75 miglia nella scala di Michelot (il che



Figura 59. Henri Michelot, 1720. *Nouvelle carte des côtes de l'ocean concernant les côtes de Portugal et Barbarie depuis Cap Finisterre*, GBNF, btv1b5966426s. a) le quattro scale di distanza; b) la scala analoga a quella delle carte portolano. Dettagli.

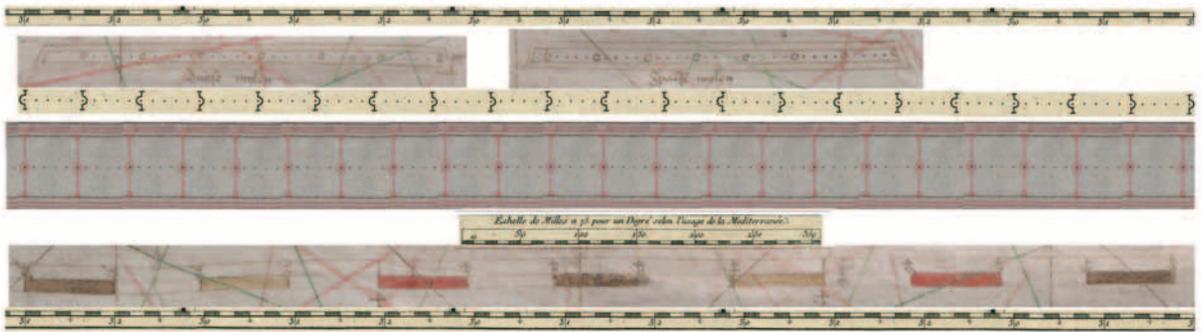


Figura 60. Scale di latitudine e scale delle distanze in Beccari e in Michelot.

equivarrebbe a 1,46 km). Lo stesso dovrebbe accadere nel confronto con la scala delle distanze in Beccari ma, in realtà, qui le miglia necessarie a coprire un grado sono circa 85 (1,29 km: sempre calcolando ogni spazio della scala come dieci miglia cfr. Magnaghi e Baldi, 1934).

Ciò può dipendere o dal cambiamento di unità di misura tra le carte medievali, che abbiamo visto standardizzate, e quelle posteriori, oppure confermare il fatto che Beccari ha usato la scala della latitudine per disegnare il profilo Atlantico e un'altra unità di misura per il Mediterraneo.

Dal quadro delle scale della carta di Michelot, inoltre, si ricava che 310 miglia dell'uso mediterraneo equivalgono a 80 leghe in Francia e Inghilterra (la lega qui corrisponde a 3,87 km e quindi a 2,6 miglia mediterranee), a 70 leghe in Spagna (la lega equivale a 4,42 km e quindi a 3 miglia mediterranee), a 60 leghe in Germania e Olanda (la lega corrisponde a 5,16 km e quindi a 3,5 miglia mediterranee).

Riassumendo, il confronto dà conferma che il termine *mijlen* della carta di Beccari viene a identificare la lega e suggerisce, per le carte medievali, la consuetudine dell'utilizzo di diverse unità di misura per l'Atlantico e il Mediterraneo (in questa carta 1 miglio pari a 1,460 km ca.). Infine, queste ultime righe, da un lato sottolineano la modernità della carta di Beccari (nell'accostamento alla scala graduata di latitudine di unità di misura lineari), dall'altro (guardando alla carta di Michelot e all'unità di misura suddivisa in cinque segmenti che riconduce a quelle già in uso nelle carte portolano) il persistere di riferimenti all'antico sistema di misura.

## Conclusioni

Il XIII secolo per la storia della cartografia segna l'emergere di nuovi contenuti teorici e di nuovi risultati pratici rispetto alla rappresentazione dello spazio particolarmente ricchi di conseguenze. Si potrebbe parlare di un'ulteriore rivoluzione all'interno di quella più conosciuta e studiata del commercio e della navigazione che segna i secoli che vanno dall'XI al XIV. In Italia, Pisa e Genova intensificano, anche grazie ad operazioni militari, i rapporti commerciali con i principali porti: dalle Baleari a Bugia ad Algeri fino all'Atlantico con i convogli diretti alle Fiandre e in Inghilterra. Venezia privilegia l'Oriente e Costantinopoli, nel Trecento domina sull'Adriatico sulle grandi isole greche, su buona parte delle Cicladi e della Morea. L'orizzonte geografico nordeuropeo si era già molto esteso nei secoli precedenti: i Frisoni avevano raggiunto le Isole Britanniche, i Normanni le Fær Øer, l'Islanda, la Groenlandia ed il Vinland. L'Hansa ormai commerciava dalle Fiandre fino alla parte più interna del Golfo di Botnia.

Le rappresentazioni parziali di settori marittimi o quelle generali del Mediterraneo devono aver mostrato tutta la loro inadeguatezza. Tornando all'ipotesi di un modello da cui si sarebbero evolute le carte portolano si può pensare ad un prototipo sostanzialmente dedicato al Mediterraneo formalizzato e velocemente standardizzato. In questo archetipo, le coordinate geografiche, pur se importanti punti di riferimento generali, dovevano essere solo sporadiche e quindi di scarsa rilevanza nella costruzione della carta. Tutte le carte portolano continuano ad allineare Alessandria (31°11') e Ceuta (35°54') come nella tradizione geografica ellenistica e classica. Come abbiamo visto era un errore noto e speditamente emendato da chi navigava: *Chi no guarda il maestreggiare, o grecheggiare delle bussole, trova le corse delle carte false* suggerisce Crescenzo (1607, p. 244). Tante le carte prodotte e certamente non

tutte affidabili, e volendo *cognoscere se e iusta, vedi in prima da Porto Petro de Maiorica fino in Alexandria se vai dritto scapulando li scogli et le insule per la quarta de Scilocho verso Levante, et da Venetia ad Monopoli per Scilocho, et da Tenedo ad Cavo Malio pure scapulando l'insule et li scogli del Arcipelago* (Falchetta, 2009, p. 183).

Tuttavia, il modello entra in crisi quando, per stare al passo con l'ampliamento degli orizzonti della navigazione, la rappresentazione di un mare chiuso si deve allargare su una costa atlantica che non offre punti di riferimento ad occidente e ne offre, al confronto col Mediterraneo, pochissimi a nord e a sud. Per il Marocco e la Penisola Iberica, vuoi per la posizione geografica, vuoi per la ricchezza e la tradizione dell'astronomia araba, i dati di latitudine assumevano un'importanza assai maggiore e le rilevazioni astronomiche erano più generalizzate e aggiornate. E sono queste, più che le misure in distanze predilette per il Mediterraneo, che hanno contribuito al disegno delle coste atlantiche. È un fattore che deve essere considerato quando si pensi alla rotazione antioraria dell'asse nord sud così come appare nelle carte portolano e già collegata da Gaspar (2010) alla declinazione magnetica.

Se è innegabile che la navigazione astronomica degli stati europei si diffonde a partire dal XVI secolo, una sedimentata quanto autorevole letteratura sull'argomento fa ancora fatica ad accettare - nonostante non manchino ben conosciuti spunti che hanno trovato spazio anche nella monumentale *History of Cartography* curata da J. B. Harley and D. Woodward (HOC), in più o meno recenti studi cartografici e nelle fonti medievali - che ciò non sta a significare che la prima carta con paralleli o scala della latitudine non possa essere comparsa con almeno un secolo di anticipo. Un ostacolo forse determinato anche dal fatto che, in storiografia, si sono consolidati gli elementi scala della latitudine e/o paralleli per distinguere il passaggio alla navigazione astronomica e dalle carte portolano alla nuova cartografia nautica. È perciò opinione diffusasi anche a tutte quelle discipline che attingono dagli studi storico-cartografici, che l'introduzione delle coordinate nella cartografia nautica sia il risultato più importante della prima metà del XVI secolo, ma non possiamo dimenticare che la piena utilità di queste carte si realizzerà solo nel tardo XVIII secolo quando si avranno dati accettabili di longitudine.

Del resto la vicenda delle carte portolano, esauritasi la stagione aurea, non si chiude né con l'età di mezzo né con la navigazione astronomica o con la proiezione mercatoriana. I piloti faticano ad accettare una nuova cartografia che, poi e come abbiamo ripetuto, non risolve la questione della longitudine. Come abbiamo ricordato in passato, Sandman (2004) ci racconta dell'opera di mediazione tra cosmografi, astronomi e naviganti condotta da Andrés García de Céspedes. Il cosmografo, inviato a Siviglia dalla corte spagnola per sovrintendere a questioni inerenti alla navigazione, darà legittimità alle resistenze dei piloti verso le più aggiornate tecniche di rilevamento e l'uso di carte costruite con nuovi criteri astronomici. Ma del lungo autunno delle carte portolano dà più chiara testimonianza una produzione che continua secondo gli antichi modelli, e, come abbiamo visto nel caso di Crescenzo, la trattatistica marinara del XVI e XVII secolo.

Questi trattati appaiono, fatti salvi i nomi più noti, ancora oggi parzialmente inesplorati da coloro che si occupano della cartografia nautica medievale. Un'assenza che apparirebbe ragionevole qualora esistessero trattati di marineria dell'età di mezzo che considerassero la costruzione delle carte portolano e se quelli del secolo successivo (e in misura inferiore quelli del XVII) non continuassero a far riferimento ad una navigazione "antica" ma ancora praticata e ad un uso e costruzione delle carte sedimentatosi nei secoli passati. Diversamente per contare i trattati medioevali conservatisi, tutti quattrocenteschi, sono più che sufficienti le dita di una mano: quelli di Cotrugli dedicati alla navigazione e alla mercatura (Falchetta, 2009 e Ribaud, 2016) e quelli di Michele da Rodi/Pietro di Versi (Falchetta, s.d; Long, McGee, Stahl, 2009; Arbel 2014).

In queste pagine si è considerato solo l'esempio di Crescenzo, che può essere affiancato alle più note *Arte del Navigar* di Pietro da Medina, Martin Cortes e Rodrigo Zamorano, ma a guardare all'ampia bibliografia illustrata e commentata da Stratico (1733-1824), tra l'altro autore di un altrettanto utile vocabolario trilingue di marina (1813), è plausibile che altre preziose informazioni possano emergere da quella lunga lista che a partire dal 1484 riassume i testi che hanno a che fare con la navigazione e che, per parte nostra, continueremo ad esplorare.

In proposito, la sistemazione nei dati di latitudine di Beccari, pur con la persistenza di arcaismi nel disegno costiero del Mediterraneo Orientale, si andrà progressivamente ad affermare nel corso del XV secolo quando si stemperano le differenze nel disegno della costa atlantica e dove, nella carta di Petrus Roselli del 1466 (JFBL) il profilo risulta quasi sovrapponibile a quello del 1403 e, ancora una volta, si registra il coincidere delle scala delle distanze. Resta tuttavia evidente che la caratterizzazione maggiore della carta di Beccari viene dalla scala della latitudine numerata dal grado 26 al 54. Questo tragitto è parallelo a due scale grafiche delle distanze certamente utilissime ai navigatori extra mediterranei per inquadrare un litorale Atlantico che si stende da 26° e mezzo circa di latitudine fino al 56° ad una scala intorno a 1:3.800.000, per gli oltre 3000 km che iniziano da Capo Bojador per finire a Nord dell'Irlanda. Ma quello che forse più sorprende della carta del 1403, è che una volta estratti i dati di latitudine atlantici, questi risultano sovrapponibili a quelli che si riscontrano nelle carte, anche le più curate, del XVII e XVIII secolo. A dire il vero talvolta risultano più precisi di quelli diffusi nelle carte seicentesche.

Sono, a nostro avviso, tutte considerazioni che stemperano l'altrettanto diffusa idea che chi disegnava le carte avesse poca o nessuna dimestichezza con l'astronomia (lo stesso dicasi per i piloti) e si limitasse a replicare o ricalcare modelli del passato; insomma, per chi scrive la carta di Beccari sarebbe il culmine di quel progressivo affinamento del disegno costiero che arriva *jusqu'à la fin du XIV<sup>e</sup> siècle* (Gautier Dalchè, 2013b, p. 452). Nella considerazione che la carta di Beccari possa apparire addirittura come prematura (le rotte oceaniche, che rendono indispensabili le carte con coordinate espresse e quell'affinamento del disegno offerto dall'autore, si devono ancora aprire) ci piace concludere con quanto già espresso nel 2011: *un'analisi serrata della carta deflates the significance of the considerations regarding the contemporary nature of the drawing and the scale [...] either the date of 1403 is false or, in terms of the Atlantic coastline, the chart is constructed on criteria of latitude accompanied, in some portions, by almost reliable distances in longitude* (Lepore et al., 2011, p. 25).

### Abbreviazioni

AHA Gap, Archive des Hautes Alpes

AFC Firenze, Archivio della Famiglia Corsini

ASF Firenze, Archivio di Stato (*su concessione del Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo con espressa avvertenza del divieto di ulteriore riproduzione o duplicazione con qualsiasi mezzo*)

BAV Roma, Biblioteca Apostolica Vaticana

BAE Cortona, Biblioteca del Comune e dell'Accademia Etrusca

BEU Modena, Biblioteca Estense Universitaria

BL Londra, British Library

BNCF Firenze, Biblioteca Nazionale (*su concessione del Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo/Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze, con espressa avvertenza del divieto di ulteriore riproduzione o duplicazione con qualsiasi mezzo*)

BODL Oxford, Bodleian Library

BPP Parma, Biblioteca Palatina

BRF Firenze, Biblioteca Riccardiana

BRB New Haven, Beinecke Rare Book and Manuscript Library

BSG Parigi, Bibliothèque Sainte-Geneviève

BSB Monaco di Baviera, Bayerische Staatsbibliothek

GBNF gallica.bnf.fr e Bibliothèque Nationale de France (Source gallica.bnf.fr/BnF)

HAB Wolfenbüttel, Herzog August Bibliothek (Handschriftendatenbank)

HOC *The History of Cartography*, Chicago, University of Chicago Press, 1987-<http://www.press.uchicago.edu/books/HOC/index.html>

IIMB Genova, Biblioteca dell'Istituto Idrografico della Marina Militare

JFBL Minneapolis, James Ford Bell Library

MMN Madrid, Museo Naval  
 NYPD New York, New York Public Library digital collection  
 SMHL San Marino (USA), Huntington Library  
 ONB Vienna, Österreichische Nationalbibliothek

## Bibliografia

- Ahmad S. Maqbul, 1984, *Cartography of al-Sharif al Idrisi*. In: HOC, vol. 2. pp. 156-172.
- Almagià R., 1952, *Intorno ad alcune carte nautiche italiane conservate negli Stati Uniti*. Atti della Accademia Nazionale dei Lincei, Rendiconti classi di scienze morali storiche e filologiche. Roma. pp. 356-366.
- Amari M., Schiaparelli E. G., 1883, *L'Italia descritta nel «Libro del Re Ruggero» compilato da Edrisi [...]*. Atti della Reale Accademia dei Lincei anno CCLXXIV 1876-1877, S. II, vol. VIII, Roma. 300 pp.
- Arbel B., 2014, *The Book of Michael of Rhodes: a fifteenth century maritime manuscript*. In: Mediterranean Historical Review, 29:2. pp. 186-194.
- Arch J., 2005, *A case against Chaucer's authorship of the "Equatorie of the planetis"*. The Chaucer Review, 40 (1). pp. 59-79.
- Arioli A., 2015, *Isolario arabo medioevale*. Adelphi, Milano. 341 pp.
- Arizaga Bolumburu B., Bochaca M., 2007, *Savoir nautique et navigation dans le Golfe de Gascogne à la fin du moyen âge d'après "Le Grant routtier et pyllottage et encrage de la mer de Pierre Garcie dit Ferrande"*. Cuadernos del Cemyr, 15, pp. 91-10. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2666146>.
- Astengo C., 2000, *La cartografia nautica mediterranea dei secoli XVI e XVII*. Erga, Genova. 221 pp.
- Aujac G., 1992, *Continuità delle teorie tolemaiche nel medioevo e nel rinascimento*. In: Cristoforo Colombo e l'apertura degli spazi, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato Libreria dello Stato, Roma, Vol 1. pp. 35-64.
- Baldacci O., 1949, *Le carte nautiche e il portolano di Bartolomeo Crescenzo*. In: Accademia Nazionale dei Lincei, Rendiconti della Classe di Scienze morali, storiche e filologiche, S. VIII, vol. IV. pp. 601-635.
- Bandelli Boni G. B., 1827, *Storia delle relazioni vicendevoli dell'Europa e dell'Asia dalla decadenza di Roma fino alla distruzione del califfato*. G. Pagani, Firenze, vol 1. 466 pp.
- Balletti C., Gibin R., Gottardi C., Livieratos E., 2017. *Preliminary numerical investigations on the "Liber de Existencia Riveriarum et Forma Maris Nostri Mediterranei"*. Proceedings 12<sup>th</sup> ICA Conference Digital Approaches to Cartographic Heritage, Venezia, 26-28 April.
- Beaujouan G., 1971, *L'astronomie dans la Peninsule Ibérique à la fin du Moyen Âge*. Revista da Universidade de Coimbra, 24. pp. 13-32.
- Bennett Durand D., 1952, *The Vienna-Klosterneuburg Map Corpus of the Fifteenth Century: A Study in the transition from medieval to modern science*. Brill, Leiden. 510 pp.
- Bianchetti S., 1998, *L'Oceano/Pitea di Massalia*. Istituto editoriale e poligrafico internazionale, Pisa. 226 pp.
- Borghesi V., 1981, *Un inedito di Bartolomeo Crescenzo (1588-1589)*. In: Cosmografi e cartografi nell'età moderna, Genova, Università di Genova. pp 23-119.
- Borghini R., 1584, *Il Riposo*. Marescotti, Firenze, 1584. 648 pp.
- Bresc H., Nef A., 1999, *Idrisi. La première géographie de l'Occident*. [...]. Flammarion, Parigi. 516 pp.
- Bucquoy J. de, 1752, *De Waterwereld, 1752 beschouwd, en de bijzonderheden langs de kusten aangewezen ten nutte der koopvaardye en Zeevaart; bijzonderlijk voor de Oost- en Westindise Handel; beginnende met de Rheë Van Texel*. Amsterdam.
- Campbell T., 1987, *Portolan charts from the late thirteenth century to 1500*. In: HOC, vol. 1. pp. 371-463.
- Campbell T., In aggiornamento 1, *Innovative Portolan Chart Names* (an extended essay). <http://www.maphistory.info/ToponymyInnovations.html>.
- Campbell T., In aggiornamento 2, *A complete chronological listing of works assigned to the period pre-1501*. <http://www.maphistory.info/PortolanChartsChronologicalListing.xsl>.

- Campbell T., In aggiornamento 3, *Census of pre-sixteenth-century portolan charts. Corrections and updates to the article in Imago Mundi: the International Journal for the History of Cartography* 38 (1986). pp. 67-94. <http://www.maphistory.info/portolancensus.html>.
- Campbell T., In aggiornamento 4, *Portolan charts from the late thirteenth century to 1500 Additions, Corrections, Updates to Volume 1. The History of Cartography, University of Chicago Press. 1987*, pp. 371-463. [http://www.maphistory.info/portolanchapter.html#latLatitude\\_](http://www.maphistory.info/portolanchapter.html#latLatitude_).
- Campbell T., In aggiornamento 5, *A detailed reassessment of the Carte Pisane: A late and inferior copy, or the lone survivor from the portolan charts' formative period*. <http://www.maphistory.info/CartePisaneTEXT.html>.
- Cantile A., 2013, *Lineamenti di storia della cartografia italiana, Dalle origini al Cinquecento*. Geoweb, Roma, Vol . 1. 252 pp.
- Capmany de A. (trascr. di), 1787, *Ordenanzas de las armadas navales de la corona de Aragon, aprovadas por el Rey D. Pedro IV, año de MCCCCLIV*. Madrid. 147 pp.
- Cennini C., 1821, *Trattato della pittura*. Roma. 171 pp.
- Ciampi I., 1874, *Viaggiatori romani men noti*. Le Monnier, Firenze. Nuova Antologia, 27. pp. 863-886.
- Contini G. (a cura di), 1960, *Poeti del Duecento*. Ricciardi, Milano-Napoli. 1934 pp.
- Crescenzo B., 1595, *Proteo Militare, diuiso in tre Libri [...]*. Napoli. 192 pp. <http://daten.digital-sammlungen.de/-db/0010/bsb00103215/images/index.html?seite=00001&l=de>.
- Crescenzo B., 1607, *Nautica mediterranea [...]*. Editore Bartolomeo Bonfadino, Roma. 556 pp. <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k51038x/f2.image.r=nauticamediterranea.langEN%3E>
- Darby H. C., 1935, *A Note on an Early Treatise on the Astrolabe*. The Geographical Journal, 85 (2). pp. 179-181.
- David C. W., 1939, *Narratio de Itinere Navali Peregrinorum Hierosolymam Tendentium et Silviam Capientium, A. D. 1189*. Proceedings of the American Philosophical Society, 81 (5). pp. 591-676.
- Dilke O. A. W., 1987, *The Culmination of Greek Cartography in Ptolemy*. In: HOC, vol. 1. pp. 177-200.
- Dilke O. A. W., 1987b, *Cartography in the Byzantine Empire*. In: HOC, vol. 1. pp. 263-266.
- Duhem P., 1913-1915, *Le système du monde. Histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic*. Librairie scientifique A. Hermann et fils, Paris. 517 pp.
- Falchetta P., s. d., *Il portolano di Michele da Rodi*. 20 pp. [http://geoweb.venezia.sbn.it/cms/images/stories/Testi\\_HSL/MoR.pdf](http://geoweb.venezia.sbn.it/cms/images/stories/Testi_HSL/MoR.pdf)
- Falchetta P., 1996, *Marinai, mercanti, cartografi, pittori: ricerche sulla cartografia nautica a Venezia (sec. XIV-XV)*. In: Ateneo Veneto, N.S. 33. pp. 7-109.
- Falchetta P., 2008, *The use of portolan charts in European navigation during the Middle Ages*. In: Europa im Weltbild des Mittelalters: Kartographische Konzepte Baumgärtner and Kugler, Akademie Verlag, Berlino. pp. 269-276.
- Falchetta P., 2009, *Il trattato De navigatione di Benedetto Cotrugli (1464-1465). Edizione commentata del ms. Schoenberg 473 con il testo del ms. 557 di Yale*. In: Studi Veneziani LVII. pp. 15 -333 [https://www.academia.edu/9738025/Il\\_trattato\\_De\\_navigatione\\_di\\_Benedetto\\_Cotrugli\\_1464-1465\\_.Edizione\\_commentata\\_del\\_ms.\\_Schoenberg\\_473\\_con\\_il\\_testo\\_del\\_ms.\\_557\\_di\\_Yale](https://www.academia.edu/9738025/Il_trattato_De_navigatione_di_Benedetto_Cotrugli_1464-1465_.Edizione_commentata_del_ms._Schoenberg_473_con_il_testo_del_ms._557_di_Yale)
- Foncin M., Destombes M., de La Roncière M., 1963. *Catalogue des cartes nautiques sur vélin conservées au Département des cartes et plans*. Parigi. 333 pp.
- Fraga da Silva L., 2011, *Iberia and the Algarve in the "Narratio de Itinere Navali. A historical geography appraisal, with a philological supplement. Digital version of a work in progress*, Campo Arqueologico de Tavira. 189 pp.
- Freitag B., 2013, *Hy Brasil: the metamorphosis of an island, from cartographic error to Celtic Elysium*. Amsterdam, New York: Rodopi. 343 pp.
- Garboli C. (a cura di), 1954, *Divina Commedia e tutte le rime*. Einaudi, Torino. 893 pp.

- Gautier Dalché P., 1995, *Carte marine et portulan au XII<sup>e</sup> siècle: le liber de existencia riveriarum et forma maris nostri mediterranei (Pise, circa 1200)*. École française de Rome, XI. Roma. 308 pp.
- Gautier Dalché P., 2001, *Cartes marines, représentation du littoral et perception de l'espace au Moyen Âge. Un état de la question*. In: Castrum VII. Zones côtières et plaines littorales dans le monde méditerranéen au Moyen Age, École française de Rome, Roma. pp. 9-33.
- Gautier Dalché P., 2009, *La géographie de Ptolémée en Occident (IV<sup>e</sup>-XVI<sup>e</sup> siècle)*. Turnhout, Brepols. 443 pp.
- Gautier Dalché P., 2011, "Quando vuoi travare la longitudine d'alchuna citta da occidente, guarda nel mappamondo da Maiolica...": la mesure des coordonnées géographiques selon Paolo dell'Abaco. *Micrologus*, 19. pp.151-199.
- Gautier Dalché P., 2013a, *Géographie Arabe et Géographie Latine au XII<sup>e</sup> Siècle*. *Medieval Encounters*, 19. pp.408-433.
- Gautier Dalché P., 2013b, *La Terre. Connaissance, représentations, mesure au Moyen Âge*. Turnhout, Brepols L'Atelier du médiéviste. 710 pp.
- Gautier Dalché P., 2013c, *L'espace géographique au Moyen Âge*. SISMELE Edizioni del Galluzzo (*Micrologus library*; 57), Firenze, 2013. 464 pp.
- Gaspar J. A., 2010, *From the portolan chart to the latitude chart*. 249 pp. [http://ciuhct.org/media/default/online/docs/thesis\\_joaquim\\_gaspar\\_2010-v2.pdf](http://ciuhct.org/media/default/online/docs/thesis_joaquim_gaspar_2010-v2.pdf)
- Gaspar J. A., 2012, *Blunders, Errors and Entanglements: Scrutinizing the Cantino Planisphere with a Cartometric Eye*. *Imago Mundi*, 64 (2). pp.181-200.
- Gesta crucigerorum Rhenanorum, 1879. In: *Quinti belli sacri scriptores minores*. (Société de l'Orient latin, série historique, 2), Röhricht, Ginevra. pp. 27-56.
- González Marrero J. A., Medina Hernández C., 2009, *Técnicas astronómicas de orientación e instrumentos náuticos en la navegación medieval*. *Fortunatae: Revista canaria de filología, cultura y humanidades clásicas*. pp. 17-30.
- Guillaume M. P., 1911, *Note sur un portulan de la Méditerranée et d'une partie de l'Atlantique[...]*. *Bulletin du Comité des Travaux Historiques et Scientifiques: Section de Géographie Historique et Descriptive*, 26. pp. 319-323.
- Guiot de Provins, *La Bible*. In: Grand recueil La Clayette. GBNF, btv1b90636355.
- Haskins C. H., 1924, *Studies in the history of mediaeval science*. Harvard University Press, Cambridge, 82. 411 pp.
- Jode C. de, 1593, *Speculum orbis terrarium*. Coninx, Antwerp. GBNF btv1b550076240.
- Johns J., Savage-Smith E., 2003. *The Book of Curiosities: A Newly Discovered Series of Islamic Maps*, *Imago Mundi*, 55. pp. 7-24.
- Klostermann E. (a cura di), 1904, *Onomasticon, Eusebius Werke [...]*. Hinrichs, Lipsia nino quanti vol
- Kreutz Barbara M., 1973, *Mediterranean Contributions to the Medieval Mariner's Compass*. *Technology and Culture*, 14 (3). pp. 367-383.
- Laguarda Trias R. A., 1964, *La aportación científica de Mallorquines y portuguesas a la cartografía náutica en los siglos XIV al XVI*. C.S.I.C., Instituto Histórico de Marina, Madrid. 72 pp.
- Lambert de Saint-Omer, XII sec., *Liber Floridus*. HAB, Cod. Guelf. 1 Gud. lat., <http://diglib.hab.de/?db=mss&list=ms&id=1-gud-lat>
- Lancioni T., 1992, *Viaggio tra gli Isolari*. Almanacco del Bibliofilo 1991, Rovello, Milano. 263 pp.
- La Roncière C. de, 1911, *Le portulan du XV<sup>e</sup> siècle decouvert a Gap*. *Bulletin du Comité des Travaux Historiques et Scientifiques: Section de Géographie Historique et Descriptive*, 26. pp. 314-18.
- La Roncière M. de, Mollat du Jourdin M., 1992, *I portolani: carte náutiche dal XIII al XVII secolo*. Bramante arte, Milano. 298 pp.
- Le Goff J., 1978, *Documento/Monumento*. Enciclopedia Einaudi, Torino, vol. 5. pp. 38-43.
- Le Goff J., 1996, *Re Luigi*. Einaudi, Torino. 127 pp.
- Lepore F., Piccardi M., Pranzini E., 2011. *Costa e Arcipelago Toscano nel Kitab i Bahriye Un confronto cartografico (secoli XIII-XVII)*. Ghezzano, Felici Editore. 174 pp.

- Lepore F., Piccardi M., Pranzini E., 2012. *The autumn of mediaeval portolan charts. Cartometric issues*. E-perimetron, vol. 7, n. 1. pp. 16-27.
- Lepore F., Piccardi M., 2016. *La toponomastica toscana di un atlante nautico ottomano. Il Kitab-i Bahriye di Piri Reis (XVI-XVIII secolo)*. Studi del La.Car.Topon.St. (numero speciale), Scritti dedicati a Vincenzo Aversano. Gutenberg, Fisciano. pp 271-282
- Li Shu-hua, 1954a, *Origine de la Boussole*. Isis, 45 (1). pp. 78-94.
- Li Shu-hua, 1954b, *Origine II. Aimant et Boussole*. Isis, 45 (2). pp. 175-196.
- Long P.O., McGee D., Stahl A. M. (a cura di), 2009, *The Book of Michael of Rhodes: a fifteenth-century maritime manuscript*. Cambridge MA, London, MIT Press. 3 voll.
- Maccagni C., 1992, *Le matematiche, l'astronomia e le loro applicazioni all'epoca delle grandi scoperte*. In: Due mondi a confronto 1492-1728, Cristoforo Colombo e l'apertura degli spazi, Mostra storico-cartografica, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma. pp. 567-602.
- Magnaghi A., 1898, *La carta nautica costruita nel 1325 da Angelino Dalorto*. Ricci, Firenze. 15 pp.
- Magnaghi A., Baldi C., 1934. *Carte Nautiche*. In: Enciclopedia Italiana Treccani, [http://www.treccani.it/enciclopedia/carte-nautiche\\_%28Enciclopedia-Italiana%29/](http://www.treccani.it/enciclopedia/carte-nautiche_%28Enciclopedia-Italiana%29/)
- Mallett M. E., 1967, *The Florentine Galleys in the Fifteenth Century, with the Diary of Luca di Maso degli Albizzi, Captain of the Galleys 1429-1430*. The Clarendon Press, Oxford. 293 pp.
- Mascheretti P. (s.d.), *La misura del tempo: prospettiva storica*. Università di Pavia. [http://fisica.unipv.it/percorsi/pdf/Tempo\\_misura.pdf](http://fisica.unipv.it/percorsi/pdf/Tempo_misura.pdf)
- Medas S., 2004, *De rebus nauticis: l'arte della navigazione nel mondo antico*. L'Erma di Bretschneider, Roma. 234 pp.
- Medas S., 2008, *Lo Stadiasmo o Periplo del Mare Grande e la navigazione antica. Commento nautico al più antico testo portolanico attualmente noto*. Universidad Complutense, Madrid. 225 pp.
- Mendoza y Ríos, José de, 1787. *Tratado de navegación por don Josef de Mendoza y Rios teniente de navio de la real armada*, Imprenta Real, Madrid.
- Metcalf A., 2017, *Who cares who made the map? La carta del Cantino and its anonymous maker*. E-Perimetron, vol. 12, n. 1, pp. 1-23.
- Miller K., 1926-31, *Mappae arabicae: Arabische Welt- und Liinderkarten des 9.-13. Jahrhunderts [...]*. Stuttgart, 6 voll.
- Motzo B. R., 1947, *Il compasso da navigare: opera italiana della metà del secolo XIII*. Edizioni dell'Università, Cagliari. 137 pp.
- Nicolai R., 2016, *The Enigma of the Origin of Portolan Charts: A Geodetic Analysis of the Hypothesis of a Medieval Origin*. Leiden e Boston, Brill. 544 pp.
- Nordenskiöld A. E., 1897, *Periplus: An Essay on the Early History of Charts and Sailing Directions*. Norstedt e Söner, Stockholm.
- Opus geographicum, sive "Liber ad eorum delectationem qui terras peragrare studeant"*. 1970-1984. Napoli Istituto universitario orientale di Napoli; Istituto italiano per il Medio ed Estremo Oriente; Roma, Brill, Leida.
- Papacostea Ş., 1978, *De Vicina à Kilia. Byzantins et Génois aux bouches du Danube au XIV siècle*. Resee, 16 (1). pp. 69-78.
- Parry J. H., 1982, *The Age of Reconnaissance: Discovery, Exploration, and Settlement, 1450-1650*. University of California Press. 400 pp.
- Pons Boigues F., 1898, *Ensayo bio-bibliografico sobre los historiadores y geografos arabigo-espanoles*. S.F. de Sales, Madrid. 514 pp.
- Prinari M. (a cura di), 2007, *Dittamondo*. Edizioni digitali del CISVA [http://www.viaggioadriatico.it/biblioteca\\_digitale/titoli/scheda\\_bibliografica.2007-12-08.8009307456](http://www.viaggioadriatico.it/biblioteca_digitale/titoli/scheda_bibliografica.2007-12-08.8009307456)
- Pujades i Bataller R. J., 2007, *Les cartes portolanes: la representació medieval d'una mar solcada*. Institut Cartogràfic de Catalunya, Institut d'Estudis Catalans, Institut Europeu de la Mediterrània, Barcelona. 526 pp.

- Rădvan L., 2010, *At Europe's borders Medieval Towns in the Romanian Principalities*. Leida, Brill. 672 pp.
- Ribaudo R. (a cura di), 2016, *Libro de l'arte de la mercatura Benedetto Cotrugli*. Edizioni Ca'Foscari, Venezia. 196 pp.
- Rizzitano U., 1966, *Il Libro di Ruggero di Idrisi tradotto ed annotato da Umberto Rizzitano*. Flaccovio, Palermo. 153 pp.
- Robles Macías L. A., 2010, *La proyección de Juan de la Cosa*. 41 pp. [https://www.academia.edu/737682/La\\_proyecci%C3%B3n\\_de\\_Juan\\_de\\_la\\_Cosa?auto=download](https://www.academia.edu/737682/La_proyecci%C3%B3n_de_Juan_de_la_Cosa?auto=download).
- Rosselló i Verger V. M., 2011, *La carta de navegar. Un instrumento mediterráneo de amplia difusión*. *Medievalismo*, 21: 55 -79. <http://revistas.um.es/medievalismo/article/view/156271>.
- Sacrobosco G., XIV, *Tractatus de sphaera*. BSB Cgm 156, <https://opacplus.bsb-muenchen.de/metaopac/search?View=default&db=100&id=BV037259013>
- Sacrobosco G., Peurbach G. von, Regiomontanus J., Ratdolt E. , 1485. *Sphaera mundi - Contra Cremonensia in planetarum theoricas deliramenta - Theoricae novae planetarum*. BSG, OEXV 762 (2) RES (P.2), [https://archive.org/details/OEXV330\\_P2](https://archive.org/details/OEXV330_P2)
- Sandman A., 2004, *An apologia for the pilots' charts: politics, projections and pilots' reports in early modern Spain*. *Imago Mundi*, 56. pp. 7-22.
- Savage-Smith E., Rapoport Y., 2007, *The Book of Curiosities: A critical edition*. World-Wide-Web publication. [www.bodley.ox.ac.uk/bookofcuriosities](http://www.bodley.ox.ac.uk/bookofcuriosities).
- Savage-Smith E., Rapoport Y., 2008, *The Book of Curiosities and a unique map of the world*. *Cartography in Antiquity and the Middle Ages: Fresh Perspectives, New Methods*, Brill, Leiden, pp. 121-138.
- Sigismondi C., 2008, *La Sfera da Gerberto al Sacrobosco*. Ateneo Pontificio Regina Apostolorum, Roma. 200 pp.
- Skelton, R. A., 1968, *A contract for world maps at Barcelona, 1399-1400*. *Imago Mundi*, 22. pp. 107-113.
- Stratico S., 1813, *Vocabolario di marina in tre lingue*. Stamperia Reale, Milano. 541 pp.
- Stratico S., 1823, *Bibliografia di marina nelle varie lingue dell'Europa, o sia Raccolta dei titoli dei libri nelle suddette lingue i quali trattano di quest'arte*. Imperiale e regia stamperia, Milano. 212 pp.
- Tobler W. R., 1966, *Medieval distortions: the projections of ancient maps*. *University of Michigan, Annals of the Association of American Geographers*, 56 (2). pp. 351-360.
- Udovitch J. D., 1974/75, *Three astronomers in a thirteenth century psalter*. *Marsyas*, 17. pp. 79-83.
- Valerio V., 2007, *Cartography in the Kingdom of Naples during the Early Modern Period*. *HOC*, Vol. 3(1). pp. 940-974.
- Varela C. (a cura di), 1992, *Gli scritti*. Einaudi, Torino. 441 pp.
- Van Duzer C., 2016, *Misplaced Islands and the Meridian of Water: An Unsuspected Case of Islamic Influence on Nautical Charts*. In: *First international workshop on the origin and evolution of portolan charts*, University of Lisbon, Museu de marinha, 6-7 june, Lisbona.
- Wagner H., 1896, *The Origin of the Medieval Italian Nautical Charts*. Report on the Sixth International Geographical Congress, London. pp. 695-702.
- Wright J. K., 1923, *Notes on the Knowledge of Latitudes and Longitudes in the Middle Ages*. *Isis*, 5 (1). pp. 75-98.
- Wright T. (a cura di), 1863, *Alexandri Neckam de Naturis Rerum Libri Duo*. Londra. 183 pp.
- Zurla P., 1815, *Dei viaggi e delle scoperte africane di Alvise da Ca' da Mosto patrizio veneto dissertazione di Placido Zurla A. C.* Alvisopoli, Venezia. [https://archive.org/details/bub\\_gb\\_LoZRPjxxi2EC](https://archive.org/details/bub_gb_LoZRPjxxi2EC)

**Ricevuto il 23/05/2017, accettato il 15/09/2017**



## G3 - 2016

Care lettrici e cari lettori di Studi Costieri,

in questo numero sono pubblicati gli articoli dei partecipanti alla sesta edizione del G3 tenutasi il 23 Settembre 2016 a Ferrara. Il primo evento G3 si tenne nel 2010 e da allora il suo format si è evoluto passando da un'iniziativa destinata a giovani soci del GNRAC ad un convegno aperto ad interventi di tutti gli studiosi giovani o meno giovani. I partecipanti sono suddivisi in due gruppi, quelli provenienti dal mondo della ricerca e quelli provenienti da amministrazioni, enti, imprese, professionisti e associazioni.

I partecipanti del primo gruppo competono per l'assegnazione del "Premio G3 – Migliore Presentazione di Studi Costieri". Obiettivo del premio è far emergere il relatore che ha saputo presentare meglio il proprio lavoro; questo poi potrà essere pubblicato in un articolo di 8 pagine su Studi Costieri a condizione che il referaggio scientifico sia positivo. In questa edizione il premio è stato vinto da Debora Tonazzini, che ha presentato un contributo dal titolo "Capacità di carico e percezione turistica delle spiagge di Lavagna (Golfo Del Tigullio – Liguria Orientale)".

Completa il format dell'evento G3 una presentazione ad invito che in questa edizione è stata tenuta da Dario Giorgi Pezzini, della Società Nazionale di Salvamento, che ha relazionato su "L'annegamento sulle spiagge italiane, analisi dei dati e attività di prevenzione"

Quest'anno, è stata anche l'occasione di aggiungere una sessione speciale sulle Energie dal Mare. Hanno partecipato nove gruppi italiani che da anni svolgono ricerche in questo settore. Il tema sta fortemente emergendo nel contesto internazionale e come GNRAC siamo sempre attenti a tutte le novità. Tutti i contributi di questa sessione speciale troveranno spazio in una pubblicazione monografica di Studi Costieri.

Le presentazioni di tutti gli eventi G3 sono pubblicate sul sito dell'associazione: [www.gnrac.unifi.it](http://www.gnrac.unifi.it).

Giunto ormai alla piena maturità, il G3 è l'evento più importante e strutturato del GNRAC grazie anche alle sinergie instaurate con Ferrara Fiere e Convegni. L'ultima assemblea dei soci ha deciso di valorizzare e consolidare ulteriormente il successo del G3, che dall'anno 2017 diventerà il Convegno Nazionale di Studi Costieri. Si manterrà nel titolo del premio il nome G3 a memoria della tradizione su cui si fonda questo Convegno Nazionale (Premio G3 – Miglior Presentazione di Studi Costieri).

Per il GNRAC  
Lorenzo Cappietti



## Capacità di carico e valutazione della qualità delle spiagge: il caso studio di Lavagna (Liguria orientale)

**Debora Tonazzini**

Dipartimento di Scienze della Terra dell'Ambiente della Vita dell'Università degli studi di Genova,  
Corso Europa 26, deboratonaz@gmail.com

### **Riassunto**

Il presente studio mostra i risultati di un'indagine condotta tra Luglio e Settembre 2015 nelle Spiagge del Comune di Lavagna attraverso la somministrazione di questionari a turisti, residenti e operatori balneari del litorale in esame. Questa attività ha permesso di raccogliere dati utilizzati per analizzare la capacità ricettiva massima, la percezione turistica ed il profilo dei frequentatori della spiaggia, strumenti indispensabili per misurare direttamente le condizioni della spiaggia, quale supporto ad una migliore definizione della capacità di carico del litorale in esame. I risultati ricavati dai 1260 campioni raccolti hanno evidenziato una generale soddisfazione, ma anche alcune importanti criticità riguardanti in particolare la qualità delle acque marine, il livello delle attività ricreative e l'efficienza della gestione della costa da parte delle autorità competenti. Per quanto riguarda le tematiche legate all'erosione costiera ed agli interventi di difesa, è emerso uno scarso grado di conoscenza, in particolare sulla pratica del ripascimento.

**Parole Chiave:** capacità di carico turistica, percezione turistica, qualità delle spiagge, Lavagna, Liguria

### **Abstract**

*This study shows the results of a survey conducted between July and September 2015 on the beaches of the city of Lavagna by administering surveys to tourists, residents and beach operators of the shoreline under consideration. This activity led to the collection of data, used to analyze the maximum capacity, the tourist perception and the profile of the beach goers, indispensable tools for directly measuring the conditions of Lavagna beach, as support to the better definition of the carrying capacity of the shoreline under exam. The results show a general satisfaction of the 1260 respondents, but they also spot some important issues, in particular about the quality of sea water, the level of recreational activities and the efficiency in costal management by the competent authorities. Finally a low level of knowledge emerges about coastal erosion and costal defense works, in particular about the practice of artificial nourishment.*

**Keywords:** tourism carrying capacity, tourist perception, beach quality, Lavagna, Liguria

### **Introduzione**

Le zone costiere sono tra le aree più vulnerabili ai cambiamenti climatici e ai rischi naturali, che hanno subito, in tempi molto brevi, profonde modificazioni territoriali: dal tessuto urbano, alle modificazioni socio-culturali, economiche, morfologiche, ecosistemiche. La pressione turistica ha influito fortemente in questo processo di trasformazione, alterando il delicato equilibrio esistente tra ambiente naturale e comunità locali.

Questa mutazione in molti casi è avvenuta senza un preciso progetto territoriale e senza un'adeguata pianificazione volta ad una gestione sostenibile della località turistica, che evitasse di stravolgere l'assetto territoriale e socio-culturale.

In tale contesto, al fine di comprendere il grado di sostenibilità del turismo in un determinato territorio, viene utilizzato lo strumento della "Capacità di carico" applicato ad una località turistica. Secondo l'Organizzazione Mondiale del Turismo, la capacità di carico turistica è costituita dal "numero massimo di persone che visitano, nello stesso periodo, una determinata località senza compromettere le sue caratteristiche ambientali, fisiche, economiche e socio-culturali e senza ridurre la soddisfazione dei turisti" (WTO, 1999).

Un indicatore fondamentale per calcolare la capacità di carico, consolidatosi nella letteratura scientifica internazionale, è lo studio della percezione della popolazione locale, dei turisti e degli operatori locali (Morgan et al., 1993; Roca e Villares, 2008; Marin et al., 2009) utilizzato per comprendere la qualità dell'esperienza turistica e ricreativa. Interrogando gli Stakeholder si riescono ad avere informazioni importanti per comprendere comportamenti, aspettative, criticità, e il grado di sensibilizzazione sulle questioni ambientali. Lo studio della percezione degli utenti è quindi fondamentale per la gestione dell'ambiente e delle risorse naturali (Morgan et al., 1993; Roca et al., 2009; Koutrakis et al., 2011), ed assume un ruolo importante nel processo di gestione delle zone costiere, per questo sono state sviluppate metodologie e studi volti proprio ad indagare la percezione turistica delle spiagge e delle località turistico-balneari, con il fine di integrare l'analisi di queste consultazioni all'interno del processo di pianificazione del territorio (Lepesteur et al., 2008; Marin et al., 2009; Vaz et al., 2009).

Il presente studio è parte della più estesa indagine "La percezione turistica delle spiagge italiane", promossa dal Gruppo Nazionale per la Ricerca sull'Ambiente Costiero (GNRAC) e coordinata dal Dipartimento di Fisica e Scienze della Terra dell'Università di Ferrara, a cui ha preso parte anche Legambiente. La metodologia utilizzata ha permesso di ricavare due indicatori molto importanti: la capacità ricettiva massima e la percezione turistica.

Il Comune di Lavagna è interessato fin dagli anni '60 da una forte pressione turistica che ha trasformato la sua struttura territoriale, demografica ed economica. Lo sviluppo turistico ha contribuito ad aumentare il carico insediativo su tutto il tratto litorale, già fortemente esposto alle problematiche di erosione costiera. Gli interventi antropici si sono sommati alle cause naturali, accelerando in maniera consistente i fenomeni erosivi. L'utilizzo turistico della spiaggia ha inoltre determinato un incremento degli stabilimenti balneari, anche con costruzioni permanenti in calcestruzzo, che hanno contribuito ad aumentare le pressioni sulla spiaggia e ad aggravare il già delicato equilibrio naturale.

### **Inquadramento geografico**

Il territorio del Comune di Lavagna è situato nella parte centrale del Golfo del Tigullio, nella Riviera Ligure di Levante, e si estende lungo la linea di costa tra la foce del Torrente Entella e le Rocche di Sant'Anna per circa 6 Km. La spiaggia oggetto di studio si sviluppa per 3,5 km nel tratto costiero compreso tra il Porto turistico e la frazione di Cavi, all'interno dell'unità fisiografica del Golfo del Tigullio (Fig. 1).

Il litorale, fortemente artificializzato, presenta un'elevata esposizione alle problematiche di erosione costiera. Il primo segnale di regressione sul litorale di Lavagna risale al 1821, quando una violenta mareggiata di libeccio si abbatté con danni ingenti su tutta la riviera ligure. A partire da questo periodo la situazione si aggravò anche con i successivi interventi di costruzione della linea ferroviaria costiera, iniziata nel 1874, e della statale Aurelia. Queste opere hanno tracciato una linea di separazione tra la piana alluvionale agricola, i versanti delle colline, fonte di apporto sedimentario, e la spiaggia. Inizialmente la fase erosiva si manifesta tra la foce dell'Entella fin oltre il torrente Fravega, dove, tra il 1875 e il 1936, viene rilevata una perdita di 32 metri tra la linea di battigia e il confine del demanio (Sanguineti, 1937). Nonostante ciò il deficit sedimentario rimase contenuto sino agli anni '70, quando, sulla sponda sinistra della foce del T. Entella, venne realizzato il Porto turistico di Lavagna (1973 – 1976).

La costruzione di tale opera segnò la definitiva compromissione del naturale afflusso di sedimenti dal Torrente Entella alla spiaggia, accelerando così il trend erosivo in atto, e rendendo particolarmente vulnerabile il tratto di arenile immediatamente sottoflutto alle opere portuali (Cortemiglia, 1979). Il progressivo arretramento della linea di costa ha determinato notevoli problematiche in occasione delle tre forti mareggiate verificatesi nell'inverno 1976 – 77, che hanno eroso l'intera spiaggia e distrutto 600 metri di passeggiata, mettendo a rischio attività commerciali, turistico-balneari e la linea ferroviaria stessa. Questi eventi resero quindi urgente una ricostruzione della spiaggia, realizzata nel 1977 con il versamento di 140.000 m<sup>3</sup> di materiale ed il posizionamento di 13 pennelli perpendicolari alla linea di costa, che hanno contribuito a ripristinare la preesistente linea di costa (Terranova, 2008). Tuttavia, nonostante gli interventi e i costanti ripascimenti, il trend erosivo, ancora in atto, espone a nuovi rischi, minacciando l'esistenza stessa della spiaggia e la sicurezza della linea ferroviaria. Nel 2010 una forte mareggiata ha nuovamente interrotto la linea ferroviaria, e nel 2011 sono stati distrutti ben tre stabilimenti balneari.

In Liguria il turismo balneare incide per il 79% sul totale dei flussi turistici nella regione (Regione Liguria, 2015), e ben il 78,5% del PIL attivato dal turismo è legato ai turisti che soggiornano al mare (Regione Liguria, 2014). Anche nel Comune di Lavagna l'offerta turistica è incentrata sul mono-prodotto balneare, caratterizzata da una forte stagionalizzazione dei flussi. Nel 2014, gli arrivi della stagione estiva ammontano a 42.956 unità (+20,5% rispetto al 2010), con un picco massimo nel mese di Agosto di 10.074 arrivi, ed un aumento del 18,5% rispetto al 2013 (36.251). Nel 2015, gli arrivi registrati nel mese di Luglio sono di 11.168 unità.

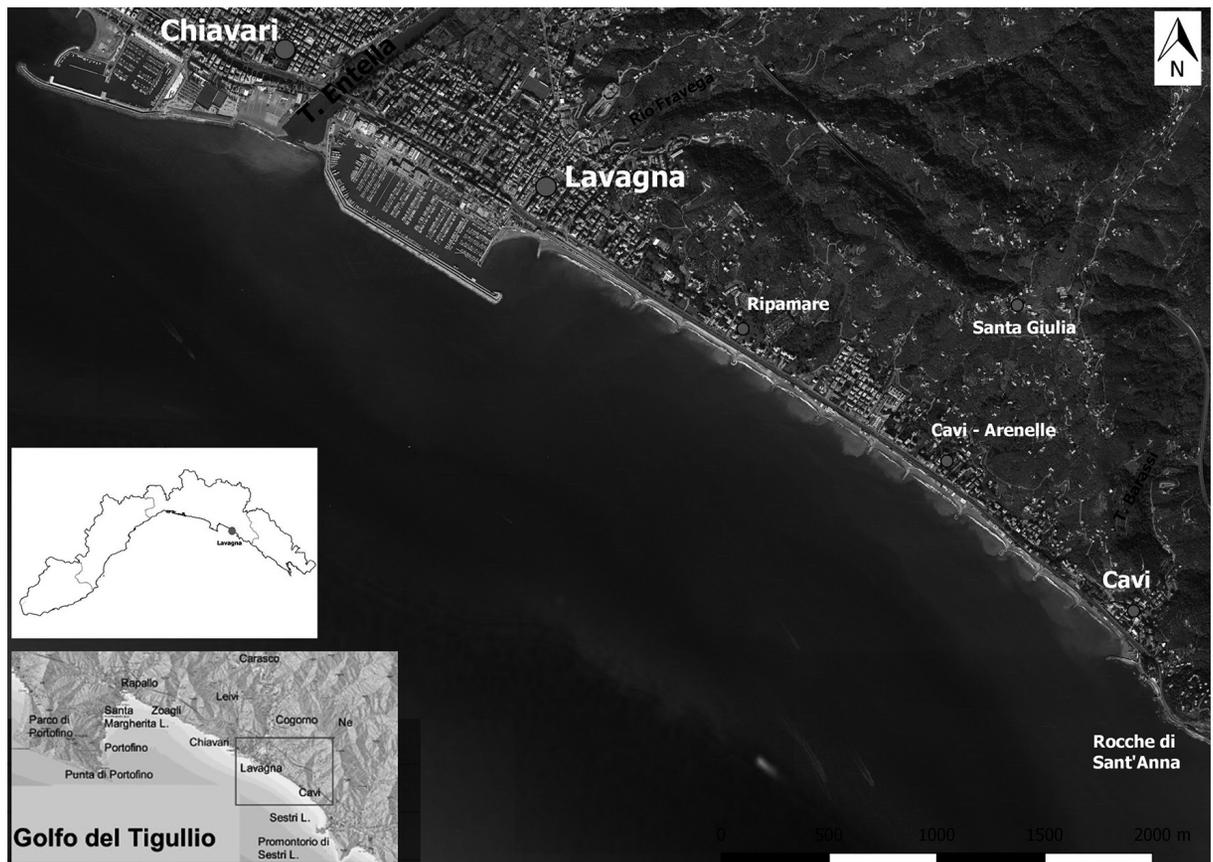


Figura 1. Area di studio, Comune di Lavagna (GE).

## Metodi

Lo studio ha utilizzato i due modelli di questionario elaborati dall'Università di Ferrara per l'indagine sopracitata, uno indirizzato a turisti e residenti ed un altro ad operatori balneari, in modo da rendere i dati raccolti direttamente confrontabili con le altre aree di studio del progetto e permettere, quindi, l'inserimento in un database nazionale comune.

La somministrazione dei questionari a turisti e residenti si è svolta in 29 giornate distribuite nel corso dei principali mesi della stagione balneare, dal 22 Luglio al 12 Settembre 2015. Per far sì che il campione fosse rappresentativo di ogni tipologia di turisti (giornalieri, stagionali, ecc.) e residenti, i questionari sono stati somministrati sia in giorni feriali, sia festivi, ed in diverse ore della giornata: mattino dalle 9.30 alle 12, primo pomeriggio dalle 12 alle 15, tardo pomeriggio dalle 15 alle 19, ed in diverse condizioni meteo-marine. L'elevato numero di variabili e di campioni ha reso indispensabile l'utilizzo di un DBMS (Database Management System) per la registrazione e la selezione dei dati. Si è scelto un database Microsoft Access 2010, opportunamente strutturato sul modello del questionario. La creazione di apposite maschere ha agevolato notevolmente l'inserimento dei dati, la cui estrapolazione, si è basata su apposite Query definite per l'analisi di ciascun singolo indicatore.

La mancanza di dati sulle presenze nella spiaggia di Lavagna ha richiesto l'elaborazione di una metodologia di calcolo indiretto. Innanzitutto, per ogni ombrellone presente in spiaggia, si è considerata un'occupazione media di 3 persone, valore ricavato da una media pesata delle tipologie di utenti effettivamente rilevate tramite i questionari, oltre che dai dati forniti dai balneari. Quindi si è proceduto alla raccolta del numero di ombrelloni presenti, utilizzando una differente metodologia per stabilimenti balneari e spiagge libere attrezzate: per i primi, il valore dichiarato dai balneari è stato verificato, allineandolo, laddove inferiore, a quello risultante dalle immagini di Google Earth Pro riferite al 29 Agosto 2015.

Per le spiagge libere attrezzate invece si è considerato, innanzitutto, che la normativa "Linee guida per la gestione delle spiagge libere e libere attrezzate" (DGR nr. 512 del 21 Maggio 2004) impone un vincolo di utilizzo per le attrezzature da fornire ai clienti del 50% della superficie totale della spiaggia. Perciò, per la metà della superficie, si sono considerati i dati forniti dai gestori, ovvero 50 ombrelloni, e, per la restante metà libera, si è calcolata la potenziale occupazione, supponendo un utilizzo di superficie per persona analogo a quello dell'area con gli ombrelloni (9,1 m<sup>2</sup>). Questa assunzione deriva anche dalla constatazione diretta che, nella maggior parte dei casi, la parte di spiaggia destinata alle attrezzature era distribuita su tutta l'area assegnata in gestione, senza alcuna suddivisione. Anche il numero massimo di utenti potenzialmente ospitabili nelle spiagge libere si basa su tale valore di spazio per persona rilevato nelle spiagge libere attrezzate. Infine si è provveduto al calcolo della superficie media per bagnante, utilizzando i dati di estensione delle varie tipologie di utilizzo della spiaggia.

## Risultati e discussione

### *Capacità ricettiva massima*

Secondo i dati forniti dall'Ufficio Demanio del Comune di Lavagna, sulla spiaggia sono presenti differenti tipologie di utilizzo di cui: il 59% è in concessione demaniale a 30 stabilimenti balneari (68.897 m<sup>2</sup>), il 21% è riservato a spiagge libere (24.696 m<sup>2</sup>), mentre il 16% a libere attrezzate (19.292 m<sup>2</sup>). All'estremo ponente e levante della spiaggia, un tratto di arenile (3%) è adibito a deposito barche (3.747 m<sup>2</sup>), per un totale di 116.632 m<sup>2</sup> di superficie totale. Una porzione della superficie degli stabilimenti balneari è occupata anche da strutture di tipo removibile (9.398 m<sup>2</sup>), e da strutture in calcestruzzo poste sulla spiaggia (6.411 m<sup>2</sup>). La spiaggia esclusivamente adibita alla balneazione risulta quindi di 97.076 m<sup>2</sup>. Le spiagge libere attrezzate (5 in totale) sono in concessione a 7 gestori, di cui 6 a Lavagna e 1 nella frazione Cavi, ed hanno le loro infrastrutture localizzate sulla passeggiata a mare.

Seguendo la metodologia descritta nel precedente paragrafo si è proceduto al calcolo della massima capacità ricettiva rilevando una pressione importante sulla spiaggia dovuta all'intensità del suo utilizzo. Il numero

massimo di utenti potenzialmente ospitabili sulla superficie adibita alla balneazione è risultato pari a 15.035 utenti, di cui:

- Stabilimenti balneari e atipici 10.223 utenti
- Spiagge libere attrezzate 2.110 utenti
- Spiagge libere 2.702 utenti

La superficie pro-capite è stata quindi calcolata in base alla superficie e al numero massimo di utenti rilevati. Dal calcolo effettuato è risultata una superficie disponibile di 5,2 m<sup>2</sup> pro-capite negli stabilimenti balneari mentre, nelle spiagge libere e libere attrezzate la superficie disponibile, pari a 9,1 m<sup>2</sup>, è nettamente superiore. Si è quindi ottenuta una disponibilità media di 7,8 m<sup>2</sup>.

### ***Risultati Questionari***

Il totale del campione (1229) relativo a turisti (77%) e residenti (22%) corrisponde al 9,6% di tutta la popolazione residente al Luglio 2015, e al 4,2% degli arrivi relativi ai mesi di distribuzione del questionario. Relativamente al luogo di raccolta, 598 questionari sono stati somministrati in spiagge libere e libere attrezzate, e 631 in stabilimenti balneari. Si è riscontrata una forte disponibilità nel rispondere a quasi tutte le domande, risultato sicuramente indice di una buona qualità del questionario, ma anche di una elevata sensibilizzazione degli utenti della spiaggia in merito alle questioni ambientali ed alle problematiche connesse alla costa. I gestori di stabilimenti balneari e spiagge libere attrezzate intervistati sono 31 su un totale di 37 presenti sul litorale, corrispondente all'84%. L'analisi del questionario rivolto agli operatori ha fornito importanti risultati circa la percezione della gestione e salvaguardia dell'ambiente costiero, dei metodi di difesa, e sulla consapevolezza del fenomeno erosivo. Nei 1229 campioni intervistati, la maggioranza ha un'età compresa tra 29 e 49 anni (38,7%), seguita dalla fascia 50 – 65 anni (25,9%); in media, il 67% degli intervistati era di sesso femminile. L'87,3% è in possesso di un titolo di studio medio-alto (51,1% scuola superiore; 36% universitario), mentre il 12% è diplomato alla scuola media inferiore. Il 42% degli intervistati ha dichiarato una fascia di reddito compresa tra 20 e 41 mila euro, il 30% dichiara di avere un reddito inferiore a 20 mila euro, e solo il 12% supera i 41 mila euro, mentre il 14% del campione ha preferito non rispondere. Specificatamente al campione dei turisti, il 73% deriva da flussi turistici nazionali e solo il 3% ha provenienza estera. Il 47% frequenta la spiaggia assieme alla famiglia, con il partner (26%) o con amici (19,6%), e spende in media 6€ al giorno a persona. Dall'analisi emerge che il 66% dei turisti si reca abitualmente a Lavagna, e il 48% rimane per più di 15 giorni. La scelta della località è strettamente legata alla presenza di mare e spiaggia per il 43% dei turisti; seguono poi, tra i principali motivi, la vicinanza da casa (16%), il relax e la tranquillità (15%) ed il possedere una seconda casa nella zona (14%). Gli utenti delle spiagge di Lavagna e Cavi trascorrono in media dalle 2 alle 6 ore in spiaggia (64,8%), il 26% più di 6 ore, mentre solo il 5% permane meno di 2 ore al giorno.

Per i frequentatori delle spiagge di Lavagna e Cavi, gli aspetti maggiormente rilevanti sono la pulizia del mare (31%) e della spiaggia (27%), come anche la buona qualità di servizi e strutture (19,8%), oltre al panorama e il paesaggio (12,6%), elemento al quale attribuiscono una forte importanza (66%). L'importanza attribuita ai servizi trova riscontro anche nei risultati di preferenza circa la presenza nelle spiagge libere di attrezzature a pagamento: il 61% degli intervistati preferisce le spiagge libere attrezzate con una piccola spesa per i servizi. Un elemento percepito come fattore di disturbo è l'affollamento in spiaggia: gli utenti hanno indicato di preferire una spiaggia poco affollata (62%) o per niente affollata (28%), e considerano come spazio adeguato per persona, una superficie di 8m<sup>2</sup> (43,6%). Riguardo alla percezione del colore della sabbia quasi la metà degli utenti (48%) ha espresso un indice di personale considerazione compreso tra 6 e 8, il 34% tra 1 e 5, e il 13% tra 9 e 10. La media delle risposte si attesta quindi ad un valore di 6 nella scala d'importanza della scelta della sabbia per fare una vacanza al mare. Dai risultati delle interviste emerge che i frequentatori considerano buona la qualità della spiaggia e la sicurezza, rispettivamente nel 62% e 54% delle risposte, bello il paesaggio circostante (73%), mentre giudicano sufficiente la qualità dell'acqua (45%) e scarse le attività

ricreative (55%). Sia l'ampiezza sia le attrezzature della spiaggia sono percepite come adeguate (Fig. 2). La metà degli intervistati ritiene che l'affollamento in spiaggia sia un problema solamente nei week end, e che lo spazio disponibile risulti sufficientemente adeguato (41%). Dalle rilevazioni effettuate, l'affollamento reale presente nei mesi dell'indagine è risultato coincidente con il risultato dei questionari; in un solo caso si è scesi al di sotto della soglia di 5 m<sup>2</sup> a persona e in alcuni casi al di sotto degli 8 m<sup>2</sup>, quasi esclusivamente durante il periodo di picco di presenze delle due settimane di ferragosto (dal 10 al 23 Agosto).

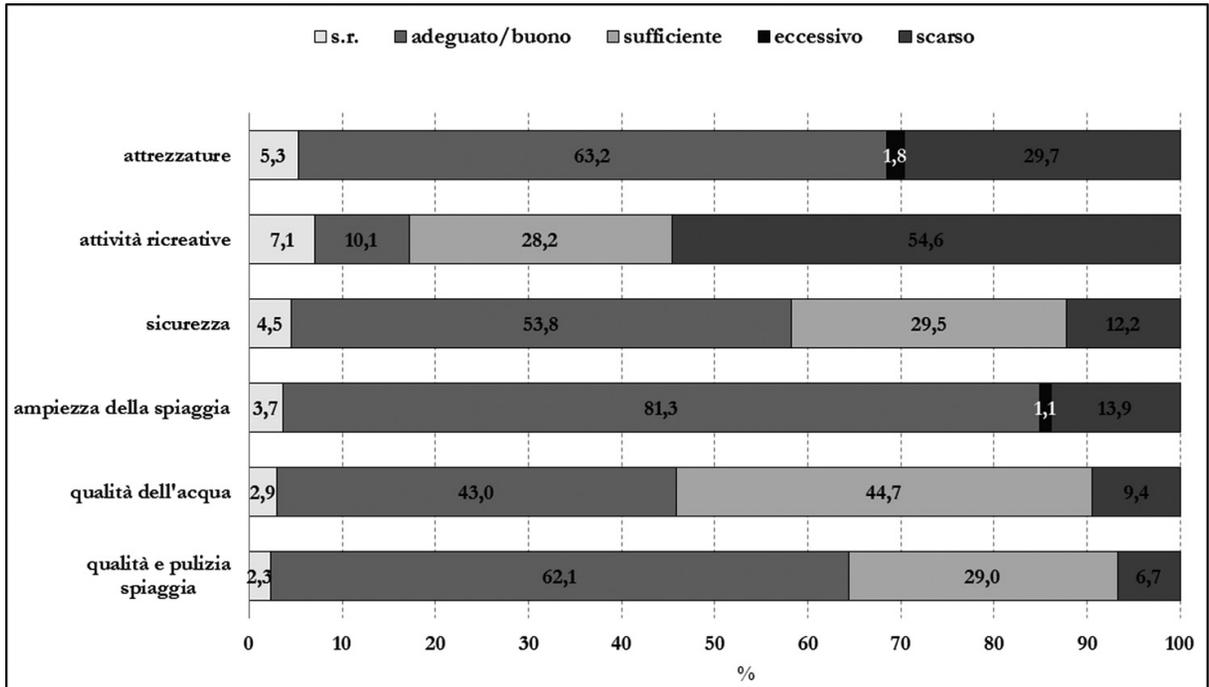


Figura 2. Valutazioni sulla qualità della spiaggia.

La quasi totalità degli utenti considera le spiagge un bene pubblico da tutelare ed estendere (95%), mentre l'89% degli intervistati dichiara di conoscere il problema dell'erosione costiera e di essere consapevole che sia un problema importante (86%). Tuttavia nelle domande successive, che richiedevano maggiore conoscenza delle tecniche e sistemi utilizzati per contrastare l'erosione, non si trova riscontro di tale preparazione: circa la metà degli intervistati dichiara di non conoscere gli interventi composti (49%) e le barriere parallele sommerse (52%). Dei quattro sistemi di difesa costiera proposti, solo i pennelli e le barriere parallele emerse sono stati identificati dalla maggior parte degli intervistati. Circa la conoscenza del ripascimento, i partecipanti dimostrano di non sapere il significato del termine (60%) e solo il 28% ha provato a definirlo. Riguardo alla conoscenza della GIZC, considerando che quasi il 90% degli intervistati dimostra di non conoscere il protocollo, è emersa una scarsa informazione sul tema.

La limitata preparazione sul tema della ICZM emerge anche nei risultati dei campioni raccolti tra gli operatori balneari: più della metà degli intervistati (52%) non sa definire il significato di Integrated Coastal Zone Management (Fig. 3a) ma è certo che un'efficace gestione della costa si possa raggiungere solo attraverso una sinergia tra i diversi operatori ed enti implicati in tale processo. A questo proposito gli operatori esprimono la volontà di partecipare alle scelte di gestione e miglioramento della costa, e sottolineano la necessità di istituire un tavolo di lavoro, con riunioni e incontri programmati. Ben il 77% dei gestori è insoddisfatto della gestione della costa da parte delle autorità competenti. Il motivo di tale insoddisfazione è causato da una mancanza di fiducia verso le istituzioni, sia a livello locale, sia nazionale, per la forte percezione di una

burocrazia troppo pressante e di uno sperpero di risorse economiche, corollato da una mancanza di interventi di manutenzione e di difesa costiera, nel contesto di una scarsa collaborazione tra enti pubblici e gestori degli stabilimenti. Questi risultati, uniti a quelli dei frequentatori, mettono in evidenza un problema: le linee guida non sono arrivate a quei soggetti che sono i più importanti per l'attuazione; il coinvolgimento di tutti i cittadini e degli operatori rappresenta infatti un punto cardine nella Gestione integrata della zona costiera, come dimostra l'articolo 6 del "Protocollo sulla gestione integrata delle zone costiere del Mediterraneo" (Protocollo GIZC per il Mediterraneo, 2008). Il 90% dei gestori intervistati conosce il fenomeno dell'erosione costiera e valutano gli interventi di difesa come azioni importanti e prioritarie (Fi. 3 b). L'elevata conoscenza emersa è dovuta alle conseguenze della forte erosione in atto sul litorale, fenomeno che si ripercuote direttamente sulla situazione economica degli operatori. I gestori ritengono inoltre che le azioni già intraprese nell'area, sia dalle istituzioni sia dai privati, non siano sufficienti, individuando, come causa principale, la mancanza di adeguati investimenti. Alcuni operatori, durante le interviste, hanno esplicitamente sottolineato la natura esclusivamente emergenziale delle azioni fin ora intraprese; la mancanza di opere preventive ha, a loro giudizio, determinato l'insuccesso nell'arresto del fenomeno erosivo.

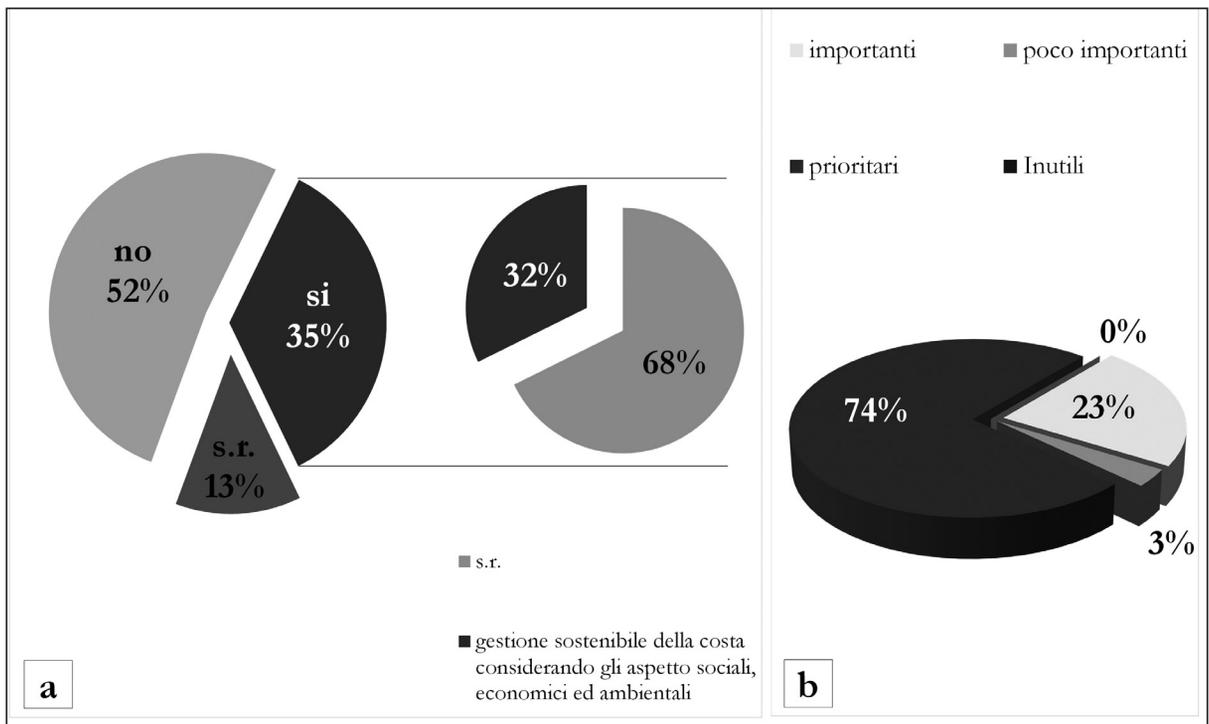


Figure 3. 3a) conoscenza Integrated Coastal Zone Management; 3b) importanza degli interventi contro l'erosione costiera.

Gli operatori balneari si dichiarano informati su tutti i sistemi di difesa costiera proposti, rispondendo anche alle domande sugli svantaggi di tali opere: più del 70% è consapevole che gli interventi rigidi comportano delle ripercussioni negative sull'ambiente costiero, causando un forte impatto ambientale ed estetico, ed indicano, come uno dei principali svantaggi, il fatto che non sono interventi risolutivi per la spiaggia. In particolare, il giudizio sulla scarsa utilità è attribuito sia ai pennelli, sia al ripascimento, poiché vedono direttamente l'inefficienza di tali sistemi sul litorale in cui operano. Infine i gestori non sanno quantificare il costo delle opere di difesa, ma, in ogni caso, ritengono che sia giustificato e sarebbero anche disposti a partecipare economicamente, seppur con costi contenuti, in quanto la maggioranza degli intervistati ritiene che la gestione della spiaggia dovrebbe essere finanziata con soli fondi pubblici.

## Conclusioni

Dai risultati ottenuti emerge tendenzialmente una generale soddisfazione, in particolare dalle opinioni di turisti e residenti: nei 1229 questionari ben il 92% degli intervistati si dichiara soddisfatto della sua permanenza. Lo studio condotto fornisce dati importanti sia per enti pubblici, sia per operatori turistici e balneari, poiché i risultati costituiscono una base da cui partire per pianificare nuove strategie di gestione sostenibile della spiaggia e di tutto il territorio in esame. Questo studio evidenzia inoltre la necessità di un maggiore coinvolgimento degli stakeholder da parte delle autorità e amministrazioni locali nella pianificazione e gestione della zona costiera, con l'avvio di un concreto processo decisionale partecipativo.

Sulla base dell'analisi effettuata, si ritiene che i principali campi che dovrebbero indirizzare la pianificazione e programmazione turistica futura sono: la destagionalizzazione dei flussi turistici, la diversificazione e riqualificazione dell'offerta turistica, l'integrazione costa-entroterra, nonché importanti azioni di valorizzazione di tutto il litorale e delle strutture presenti, per poter limitare gli impatti negativi dovuti all'attività turistica e rivitalizzare Lavagna sia come città, sia come destinazione, nell'ottica di uno sviluppo turistico sostenibile.

## Bibliografia

- Brandolini P., Faccini F., Firpo M., Picazzo M., Terranova R., 2006. *Caratteri geomorfologici della costa del Golfo del Tigullio e del Promontorio di Portofino (Liguria orientale)*. Associazione Italiana di Geografia Fisica e Geomorfologia, Assemblea di Chiavari, 3-4 Ottobre 2006, Guida all'escursione, Brigati Glauco. Genova. 32 pp.
- Brandolini P., Repetto A., Rollando A., Terranova R., 1996. *Condizioni ambientali delle spiagge da Sestri Levante a Levanto in rapporto all'utilizzo (Liguria Orientale)*. In Atti XXVI Congr. Geogr. Ital., Genova 4-9 maggio 1992, Istituto Enciclopedia Italiana, vol. I. Roma. pp. 459-475.
- Corradi N., Delbono I., Barsanti M., Morgigni M., Ferretti O., 2003. *Caratteri morfologici, sedimentologici ed evoluzione del litorale compreso fra Chiavari e Sestri Levante (Liguria orientale)*. In: Studi per la creazione di strumenti di gestione costiera. Golfo del Tigullio, edizione ENEA. La Spezia. pp. 21-39.
- Cortemiglia G.C., 1979, *I fattori dinamici dell'erosione sulla spiaggia di Cavi di Lavagna (Liguria Orientale)*. In: Atti del convegno nazionale per la difesa del litorale di Chiavari, Lavagna e Sestri Levante dall'erosione marina. pp. 103-116.
- Cortemiglia G.C., Corradi N., 1990. *Aspects morphodynamiques generals de la plage de Lavagna (Ligurie Orientale)*. C.R. 1er Symposium Ass. Eur. Eurocoast. Marseille. pp. 82-86.
- Koutrakis E., Sapounidis A., Marzetti S., Marin V., Roussel S., Martino S., Fabiano M., Paoli C., Rey-Valette H., Povh D., Malvárez C.G., 2011. *ICZM and coastal defence perception by beach users: Lessons from the Mediterranean coastal area*. Ocean & Coastal Management, 54: 821-830.
- Lepesteur M., Wegner A., Moore S.A., McComb A., 2008. *Importance of public information and perception for managing recreational activities in the Peel-Harvey estuary, Western Australia*. Journal of Environmental Management, 87: 389-395.
- Marin V., Palmisani F., Ivaldi R., Dursi R., Fabiano M., 2009. *Users' perception analysis for sustainable beach management in Italy*. Ocean & Coastal Management, 52: 268-277.
- Morgan R., Jones T.C., Williams A.T., 1993. *Opinions and Perceptions of England and Wales Heritage Coast Beach Users: Some Management Implications from the Glamorgan Heritage Coast, Wales*. Journal of Coastal Research, 9 (4), Fort Lauderdale (Florida). pp. 1083-1093.
- Pranzini E., 2008, *Il colore della sabbia: percezione, caratterizzazione e compatibilità nel ripascimento artificiale delle spiagge*. Studi Costieri, 15: 89-108.
- Protocollo GIZC per il Mediterraneo, 2008, *Protocollo sulla Gestione Integrata delle Zone Costiere del Mediterraneo*. UNEP/MAP, Madrid.
- Regione Liguria, 2014, *Il Valore Aggiunto del Turismo*. Osservatorio turistico della Regione Liguria. 53 pp.
- Regione Liguria, 2015, *La soddisfazione del cliente e le ricadute economiche del turismo nella Regione Liguria. Focus sui prodotti principali del territorio*. Osservatorio turistico della Regione Liguria. 47 pp.

- Roca E., Villares M., 2008. *Public perceptions for evaluating beach quality in urban and semi-natural environments*. Ocean & Coastal Management, 51: 314-329.
- Roca E., Villares M., Ortemo M. I., 2009. *Assessing public perceptions on beach quality according to beach user's profile: A case study in the Costa Brava (Spain)*. Tourism Management, 30: 598-607.
- Sanguineti G., 1937, *Le variazioni del litorale tra Portofino e Capo Corvo*. Vol. Le spiagge della Riviera Ligure, C.N.R., Roma. pp. 281-328.
- Simeoni U., Corbau C., Pranzini E., Ginesu S., 2012. *Le pocket beach. Dinamica e gestione delle piccole spiagge*. Franco Angeli, Milano. 180 pp.
- Terranova R., 2008, *La storia della ricostruzione di una spiaggia distrutta dalle mareggiate a Lavagna (Liguria)*. Brigati Glauco, Genova. 31 pp.
- Vaz B., Pereira Da Silva C., Phillips M., Williams A. T., 2009. *The importance of user's perception for beach management*. Journal of Coastal Research SI 56 (Proceedings of the 10th International Coastal Symposium), Lisbon. pp. 1164-1168.
- WTO, 1999, *Guide for Local Authorities on Developing Sustainable Tourism*. World Tourism Organization, Madrid, Spain.



## **L'erosione delle spiagge toscane nel XIX secolo: una revisione dei dati della letteratura**

**Marco Piccardi**

Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Firenze, m.piccardi@tin.it

L'esame storico cartografico è da secoli un punto di riferimento per coloro che hanno guardato alla trasformazione del territorio e in particolare alla dinamica della linea di costa. I debiti contratti con la produzione di carte precedenti si palesano almeno, e giusto per avere un riferimento temporale, fin dall'inizio del XVI quando Leonardo da Vinci prima di disegnare nuove carte raccoglie e rielabora i materiali cartografici preesistenti. Le carte del passato sono state utilizzate per i raffronti con secoli o anni precedenti ma porzioni delle corografie ritenute come più affidabili possono essere finite, nelle carte di nuova produzione, a coprire quelle aree che non è stato possibile sottoporre ad aggiornamento e, nella produzione a stampa dei secoli XVI-XVIII sec., non mancano esempi che ripropongono pedissequamente un disegno regionale realizzato nel secolo precedente.

Quando si studia la dinamica costiera di periodo moderno (XVI- metà del XIX secolo) occorre tenere a mente che quasi tutte le carte più utili per la conoscenza del litorale sono manoscritte. Quelle a stampa (fatte salve le debite eccezioni) sono ad una scala troppo piccola per garantire una chiara percezione di ciò che accade sulle spiagge. Per rimanere alla prima metà del XIX secolo, se vogliamo guardare con una certa tranquillità alla condizione dei litorali e alla posizione della linea di costa, è molto difficile trovare uno strumento più efficace dei catasti geometrico particellari: un punto di riferimento che solo da pochi anni grazie alla digitalizzazione dei fogli di mappa è effettivamente a disposizione di coloro che operano sul terreno. Pur con i limiti dettati da un rilevamento che possiamo considerare sincronico solo a scala regionale, abbiamo a che fare con carte a grande/grandissima scala frutto di operazioni che hanno restituito con misurazioni geodetiche buona parte del territorio della penisola ad una scala che generalmente oscilla da 1:2000 a 1:5000. I catasti geometrico particellari ottocenteschi inevitabilmente hanno decretato la fine dell'altro eccezionale, quanto vasto e articolato strumento per l'osservazione dei litorali dei secoli XVI-XVIII: la cartografia pregeodetica di committenza pubblica e privata.

In meno di due secoli, la rappresentazione della superficie terrestre ha visto prevalere prima il disegno a mano, poi la stampa, quindi il formato digitale e oggi quello vettoriale. Nello stesso tempo si è attraversato la restituzione pregeodetica, quella geodetica (entrambe frutto di rilevazioni dirette e di misurazioni effettuate sul terreno), l'aerofotogrammetrica e la satellitare. Gli strumenti a disposizione di coloro che almeno fino agli anni settanta del secolo scorso hanno guardato all'evoluzione della linea di costa del passato, si fermano alla stampa e alle rappresentazioni di tipo geodetico: quando hanno dovuto volgersi ai secoli precedenti hanno utilizzato fotorighe più o meno adeguate, lucidi, elio o al massimo fotocopie.

Queste dunque le ragioni principali di una revisione di quei lavori del secolo scorso che hanno guardato ai fenomeni erosivi del XIX secolo e che, per il rigore della ricerca, per l'individuazione delle dinamiche generali (magari da rivedere in una sistemazione cronologica meno ampia), per la precisione raggiunta nonostante inevitabili approssimazioni e soprattutto per la normalizzazione dei dati in figure a scala regionale o nazionale, rimangono un punto di riferimento per lo stato dei litorali italiani nel XIX secolo. Ciò non significa che

da allora ad oggi non si sia aggiunto niente a quelle conoscenze. Basta guardare alle tante pagine dedicate dai diversi autori ai sub litorali nazionali per trovare informazioni e più rari studi sulle spiagge ottocentesche. Manca però una normalizzazione dei dati del XIX secolo e una loro nuova rappresentazione grafica su scala nazionale tanto che per un panorama sulle spiagge italiane ottocentesche si è ancora obbligati a guardare ai lavori della prima metà del secolo scorso.

In verità manca anche un riscontro, una sistemazione cronologica più precisa e una normalizzazione dei dati (anche in senso areale e toponomastico) così come, spesso, manca un'analisi critica della prima produzione

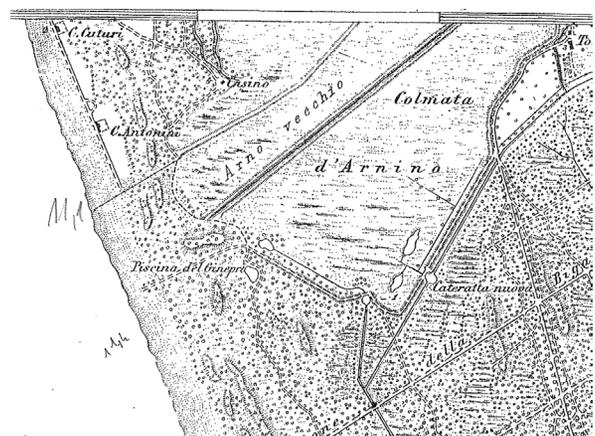
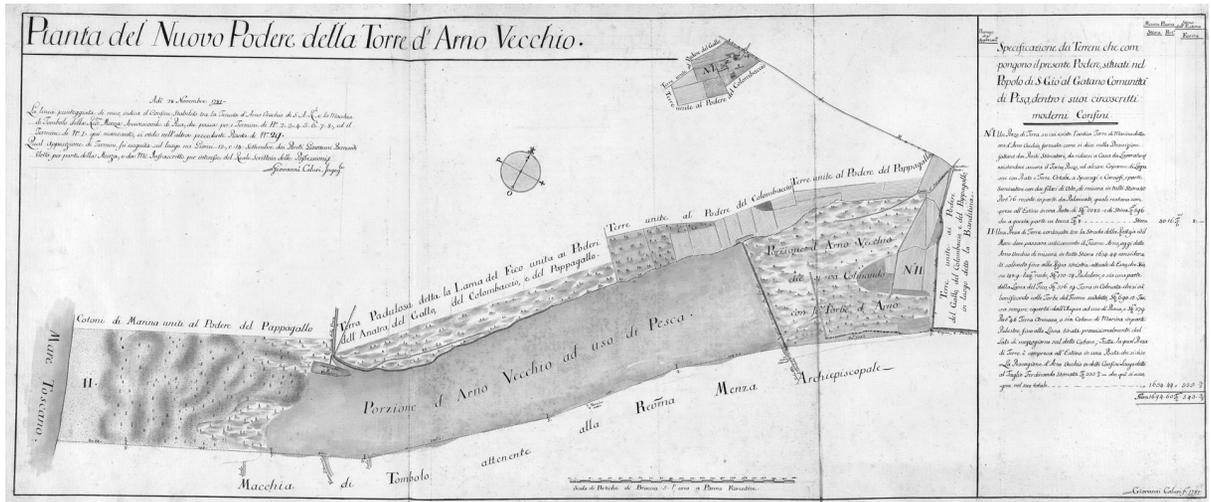


Figure 1 (a-c). Il tratto terminale d'Arno (Marina di Pisa, Toscana, Italia) abbandonato nel 1607 (Arno Vecchio), 1a) in una carta pregeodetica, manoscritta a grande scala del 1785 1b) in una carta pregeodetica a stampa del 1769 1c) nella tavoletta IGM 1:25.000 (111 I-NO) del 1881: la rappresentazione più coerente è la manoscritta settecentesca.

dell'Istituto Geografico Militare. Le tavolette in scala 1:25000 o 1:50.000 dei decenni a cavaliere del 1900, punto di riferimento obbligato per ogni indagine territorialista degli anni in esame - al di là di una scala troppo piccola per valutare con rigore la posizione della linea di costa senza i necessari riscontri sincronici e diacronici - presentano spesso aggiornamenti parziali, problemi toponomastici e, meno frequentemente, errori nel posizionamento degli elementi cartografici particolarmente in quelle aree meno ricche di riferimenti geodetici. Considerazioni che non inficiano una fonte che resta primaria ma che suggeriscono la necessità di una revisione dei dati riscontrabili in letteratura.

## **Studio di pre-fattibilità per la valutazione dell'impiego, nella filiera agro-energetica, dei residui di fanerogame marine spiaggiate: tecnologie per la trasformazione e la riqualificazione, caratterizzazione quanti-qualitativa dei prodotti derivati**

**Gloria Misson, Giorgio Alberti, Tiziana Pirelli, Alessandro Peressotti**

Dipartimento di Agricoltura Alimentazione e Ambiente dell'Università degli Studi di Udine,  
Via Delle Scienze 206, [mission.gloria@spes.uniud.it](mailto:mission.gloria@spes.uniud.it)

### **Introduzione**

Le fanerogame marine sono piante acquatiche superiori in grado di formare estese praterie altamente produttive (Boudouresque et al., 2012).

Come molte piante superiori terrestri, le fanerogame marine, specialmente nel periodo autunno-invernale, perdono le foglie, che vengono in parte depositate lungo la costa formando ammassi che possono raggiungere dimensioni notevoli (*banquette*). Le *banquette*, se conservate in loco, contribuiscono efficacemente alla protezione dei litorali sabbiosi o sabbioso-ciottolosi dall'erosione, in particolare durante le mareggiate invernali. Al contrario, durante il periodo primaverile-estivo e soprattutto nelle località balneari, tale biomassa deve essere rimossa per evitare lo svilupparsi di cattivi odori dovuti alla sua putrefazione e permettere la fruizione della spiaggia da parte dei turisti.

Ai sensi della normativa vigente (D. leg. 3 aprile 2006 n. 152) questa biomassa spiaggiata è considerata un rifiuto solido urbano. Tuttavia, con l'emanazione della circolare n. 8123/2006, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha stabilito che per la gestione delle fanerogame marine spiaggiate non è possibile applicare un modello univoco, ma è necessario adottare soluzioni flessibili, legate di volta in volta alla specificità dei luoghi e delle situazioni sociali ed economiche (D. P. N., 2006). Pertanto, tali residui possono essere mantenuti in loco negli arenili di scarso interesse turistico oppure rimossi e spostati in spiagge poco accessibili o avviati allo smaltimento in discarica. Attualmente le tecniche di pulizia della spiaggia e la rimozione della biomassa hanno ripercussioni sia ambientali sia economiche (Parente et al., 2013). L'obiettivo di questo studio preliminare è la caratterizzazione quantitativa e qualitativa del residuo spiaggiato in una località turistica del Nord Est e la definizione di possibili scenari di gestione di tale biomassa, con particolare riferimento alle tecniche di riqualificazione energetica.

### **Materiali e metodi**

Il sito di studio si trova nel comune di Grado, in provincia di Gorizia (NE Italia). Il tratto presenta una spiaggia emersa e sommersa composta principalmente da sabbie pelitiche. Lungo la fascia costiera è presente una prateria costituita da *Cymodocea nodosa* e *Zostera marina*, con una maggiore abbondanza della prima specie. Essa ha una copertura continua o costituita da grandi macchie e una densità molto elevata (da 300 a 900 fasci m<sup>-2</sup>) e si sviluppa a partire dalla batimetrica dei 2,5-3 m fino alla profondità di 6-7 m. L'attività di campionamento ha previsto l'identificazione di 8 siti lungo la spiaggia nei quali periodicamente sono stati raccolti dei campioni di residuo spiaggiato seguendo uno schema di tipo casuale. Il campionamento è stato condotto da febbraio 2016 fino a settembre 2016 con cadenza settimanale. Per la caratterizzazione quantitativa del materiale, ciascun campione raccolto è stato suddiviso nelle seguenti categorie: fanerogame (foglie e rizomi),

alghe, legno, sabbia e altro (conchiglie, materiale plastico, ecc.). Successivamente in laboratorio, sono state eseguite le seguenti analisi su ogni componente considerata: umidità, potere calorifico (Calorimeter System C200), quantitativo di ceneri, rapporto C/N (analizzatore elementare Vario MicroCube) e contenuto di micro- e macro-elementi e di metalli pedanti (ICP ottico VISTA-MPX).

### Risultati

L'analisi merceologica ha evidenziato un trend di accumulo delle diverse frazioni variabile stagionalmente: considerando il peso secco, le fanerogame presentano un spiaggiamento maggiore dei rizomi durante il periodo invernale mentre nella stagione estiva prevale la componente fogliare (dati non mostrati). La biomassa spiaggiata ascrivibile alle alghe è sempre minore rispetto alle piante superiori, con un massimo in inverno ed in estate. Il contenuto in sabbia nella biomassa spiaggiata è sempre molto elevato, soprattutto nel periodo estivo. Tuttavia, tale quantitativo è principalmente correlato al tempo di permanenza del materiale sull'arenile. Complessivamente, la biomassa spiaggiata di fanerogame e di alghe non presenta alcuna significativa variazione stagionale. Le analisi qualitative hanno evidenziato che il potere calorifico delle alghe e delle foglie delle fanerogame è variabile a livello stagionale con un picco nel periodo invernale ed estivo, mentre per i rizomi tale valore non è significativamente diverso tra le stagioni. Le alghe presentano una percentuale di ceneri superiore al 35%, mentre per le fanerogame tale quantitativo è intorno al 27%, costante durante l'anno. Il contenuto d'acqua presente nei campioni è sempre molto elevato, non scendendo mai sotto il 52% ed arrivando ad un valore massimo del 62%. Il rapporto C/N varia per le diverse componenti a seconda della stagione e esso è mediamente maggiore per i rizomi (18.4) rispetto alle alghe (13.4) e alle foglie (12.9). Il contenuto di metalli pesanti è sempre inferiore ai limiti di legge.

### Conclusioni

Le analisi preliminari effettuate hanno dimostrato la possibilità di riqualificazione e valorizzazione della biomassa vegetale spiaggiata in combustibile. Il potere calorifico del residuo vegetale presenta infatti valori compresi tra il potere calorifico medio del legno e quello dei rifiuti soliti urbani. Dalle analisi eseguite si evince che la biomassa spiaggiata, nel tratto costiero oggetto di studio, sarebbe in grado di alimentare un impianto con una produzione di energia elettrica pari a 110 kW e una produzione di calore pari a 442 kW. In futuro tale studio di pre-fattibilità individuerà le tecniche più appropriate per la conversione energetica dei residui, quali impiego di tecnologie di piro-gassificazione e ossidazione. L'indagine delle caratteristiche chimiche del residuo vegetale ha evidenziato che tale materiale potrebbe anche essere utilizzato come risorsa in agricoltura attraverso un processo di compostaggio. Infatti il rapporto C/N presente nei campioni è prossimo al rapporto C/N della sostanza organica presente nel suolo.

In un contesto attuale di sviluppo di tecnologie per la produzione di bioenergie e di tutela dell'ambiente marino e costiero, è necessario proseguire la ricerca in tale settore al fine di fornire uno strumento di gestione della biomassa spiaggiata applicabile su ampia scala.

### Bibliografia

- Boudouresque C. F., Bernard G., Bonhomme P., Charbonnel E., Diviacco G., Meinesz A., Pergent G., Pergent-Martini C., Ruittons S., Tunesi L., 2012. *Protection and conservation of Posidonia oceanica meadows*. RAC/SPA & RAMOGE pub.. 202 pp.
- D. leg. 3 aprile 2006, n. 152, *Norme in materia ambientale*. Gazzetta Ufficiale n. 88 del 14 aprile 2006 - Supplemento Ordinario n. 96.
- D.P.N./VD/2006/08123 del 17.03.2006, *Gestione della posidonia spiaggiata*. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.
- Parente A., Montesano F.F., Lomoro A., Guido M., 2013. *Improvement of beached posidonia residues performance to composting*. Environmental Engineering and Management Journal, 12: 81–84.

## Interventi di difesa della costa. Litorale di Ronchi (Massa). Annualità 2014 - 2016

Paolo Barsotti, Andrea De Vitis, Simone Giambelli

Studio INGEO, Ingegneri e geologi associati via di Tiglio 433, Arancio (Lucca),  
55100 Lucca, ingegneri@ingeo.it, www.ingeo.it

### Introduzione

Il litorale della provincia di Massa-Carrara nel tratto compreso fra il fiume Frigido e il torrente Versilia, in seguito alle modifiche morfologiche negli ultimi sessanta anni che hanno pressoché annullato il trasporto di materiale sabbioso proveniente dal Fiume Magra verso Sud, ha subito un costante arretramento della linea di riva. La spiaggia, oltre che ad essere una risorsa turistica, rappresenta in senso più ampio una zona di separazione e quindi una protezione tra il mare e l'urbanizzazione (Figg. 1 e 2). Nell'inverno del 2013 il litorale fu colpito da un'intensa mareggiata che causò ingenti danni agli stabilimenti balneari, interessando anche la strada del lungomare.



Figura 1. Litorale da Bocca di Magra alla zona sud di Marina di Massa.



Figura 2. Litorale fra il fiume Frigido e il torrente Versilia  
Rilievo ottobre 2013 Vs Ortofoto 1954

### Motivazioni ed obiettivi

La scarsa efficacia degli interventi eseguiti negli anni passati e le varie problematiche che ne accompagnarono l'esecuzione misero in luce l'esigenza di dare inizio ad una nuova fase che coinvolgesse più da vicino tutti gli enti interessati; fu così creato uno Staff operativo sinergico che comprendeva Regione Toscana, Prov. di Massa Carrara, Comuni, UniFi, Consulenti Esterni (Studio INGEO). In ragione dell'ottimizzazione delle risorse e del contenimento dei costi si investì *sulla qualità della progettazione* utilizzando ricerche e tecniche avanguardistiche. Contemporaneamente si decise di investire anche sull'ottimale organizzazione dei cantieri formando un Ufficio di Direzione dei Lavori con il preciso compito di vigilare sull'operato delle imprese.

## Metodologie

Base di partenza della progettazione furono gli studi approfonditi eseguiti dal Dip. di Scienze della Terra di Firenze sull'evoluzione della sedimentologia del litorale e la modellazione bidimensionale per la valutazione degli scenari più rilevanti in ragione delle condizioni meteo-marine, al fine di valutare gli effetti progressivi lungo il litorale delle nuove opere di difesa costiera e il ripascimento a cura del Dip. di Ingegneria Civile di Firenze. Seppure non direttamente, collaborarono al progetto anche i futuri direttori dei lavori delle opere così da ottimizzare le operazioni di cantiere fin dalla fase di progettazione. Dagli studi eseguiti è emerso che la costruzione delle opere di difesa realizzate negli anni passati a Nord del Frigido, hanno impedito arretramenti delle spiagge ma hanno altresì ridotto la disponibilità di sedimenti per le spiagge sottoflutto, con il conseguente spostamento del fenomeno erosivo verso Sud. L'apporto di sedimenti sul litorale del F. Magra non è stato valutato neppure sufficiente a mantenere stabili le spiagge in prossimità della foce. Pertanto ogni avanzamento di spiaggia è stato pensato mediante l'apporto di materiale. Le tipologie di interventi scelti sono stati: difese ortogonali alla linea di costa (pennelli) con scogliere, riparazione di opere parallele ed ortogonali danneggiate o mal realizzate e ripascimento con materiali di granulometria stabile. I pennelli sono stati realizzati in parte emersi (di lunghezza decrescente da Nord a Sud) e in parte soffolti fino ad una quota di -0,50 m sotto il l. m. m.. Il nucleo è stato realizzato in massi compresi tra 3 e 5 tonn. disposti in sezione trapezia. I pennelli sono stati infine ammorsati al litorale mediante una radice. Il ripascimento è avvenuto mediante l'apporto combinato di ghiaia e sabbia. La ghiaia è stata ammorsata alla spiaggia esistente a partire dalla quota meno 1,00 m rispetto al l. m. m., mantenendo l'inclinazione del fondale con un rapporto di scarpa 4:1. È stata operata questa scelta progettuale e realizzativa allo scopo di proteggere la spiaggia con materiale a granulometria maggiore sia perché più difficile da spostare in occasione di mareggiate, sia perché garantisce una protezione maggiore dall'erosione in virtù della sua maggiore attitudine all'assorbimento di energia. Sopra la ghiaia, è stato steso uno strato di sabbia con rapporto ghiaia/sabbia di circa 2 a 1.

## Risultati

I monitoraggi condotti dal Dip. di Scienza della Terra dell'UniFi effettuati nel periodo compreso dal dic. 2013 al nov. 2015 hanno evidenziato che nella zona in cui si sono realizzati gli interventi si è registrato un deciso avanzamento della costa, a conferma della bontà delle opere realizzate, nonostante siano avvenute numerose mareggiate sia durante che dopo i lavori.

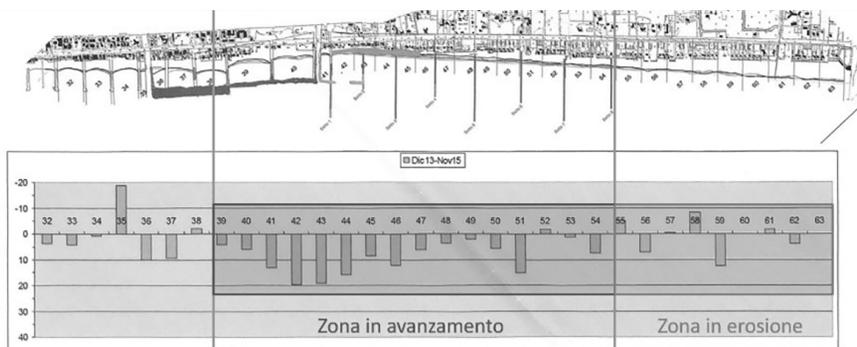


Figura 3 Diagramma di avanzamento della linea di costa

## Conclusioni

La sinergia tra progettisti, Enti di Ricerca e compagine professionale, ciascuno impegnato secondo le proprie specifiche capacità, con particolare riferimento all'apporto professionale in fase di direzione dei lavori, ha consentito la realizzazione delle opere nelle modalità previste nel progetto, ottenendo risultati anche oltre le aspettative iniziali. Il controllo costante sul cantiere ha permesso un'ottimizzazione delle risorse e ogni qualvolta ce ne fosse motivo risposte rapide ed efficaci sia agli Stakeholders che alla Stazione Appaltante.

## Il SAPR per il monitoraggio costiero

Irene Mammi<sup>1</sup>, Lorenzo Rossi<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Firenze,  
Via Micheli 6, 50121 Firenze, irenemam3@gmail.com

<sup>2</sup>Geocoste snc, Via Corsi 19, 50141 Firenze, lrossi@geocoste.com

Questo studio concerne il monitoraggio costiero mediante SAPR (Sistema Aeromobile a Pilotaggio Remoto), comunemente chiamato drone. L'obiettivo è quello di descrivere i vari rilievi costieri e le relative elaborazioni effettuate al fine di mettere in evidenza i campi applicativi, i vantaggi e le problematiche di questa tecnologia, oggi sempre più un utile strumento di supporto alla gestione costiera.

Il SAPR è presente nel mercato in diverse configurazioni: multirottore o ad ala fissa (Turner et al., 2016) su cui, secondo la tipologia di rilievo, è possibile montare diverse camere e sensori: quella RGB, la multispettrale o iperspettrale, la termica o dei piccoli LiDAR.

I rilievi effettuati sono stati elaborati con diversi software come Agisoft, Pix4D ed ENVI; questi hanno permesso di orientare le immagini, estrarre le nuvole di punti, produrre mosaici di ortofoto e costruire i modelli di superficie digitale (Gonçalves et al., 2015). Per poter georeferire alcuni modelli e quindi ottenere una migliore accuratezza per l'intero processo, sono stati acquisiti diversi punti di controllo (GCP) con GPS in modalità RTK. Una fase importante dello studio è consistita anche nella valutazione dell'accuratezza, che dipende dalla risoluzione della camera, dalla quota e dalla velocità di volo e dal numero di Ground Control Point (GCP).

L'accuratezza è stata verificata ad esempio dal confronto con un rilievo topografico in un'area test presente nel delta del fiume Ombrone (Gr). L'area è stata perimetrata da una serie di punti acquisiti mediante GPS e stazione totale e i risultati hanno mostrato un errore medio di 9 cm.

La prima applicazione ha riguardato il monitoraggio della spiaggia emersa e dei primi fondali presso la spiaggia in ghiaia di Marina di Pisa dove è stato fatto un confronto tra due rilievi eseguiti nell'Aprile e Settembre 2016. Grazie all'elevato dettaglio del modello tridimensionale, è stato possibile effettuare precisi confronti fra rilievi, utilizzati per i calcoli volumetrici di materiale e per stimare gli effetti di una mareggiata.

Un'ulteriore applicazione ha riguardato il monitoraggio spazio temporale della vegetazione sulle dune presso le spiagge della Sterpaia e Lacona (Li); i risultati sono stati restituiti su particolari cartografie tematiche.

Un'altra tipologia di rilievo costiero affrontato è stata l'estrapolazione della linea di riva dal modello tridimensionale del terreno ad alta risoluzione derivato da SAPR sul litorale di Massa e quello di Metaponto in Basilicata. Potendo ottenere dati validi fino ai primi fondali, è stato possibile estrapolare la quota zero relativa alla linea di riva anche in presenza di alta marea. In alternativa, quando l'elevata torbidità delle acque compromette la trasparenza delle immagini, è stato possibile calcolare la posizione della linea di riva dal prolungamento della pendenza del modello della battigia. Il confronto tra le due linee di riva (una ottenuta mediante SAPR e l'altra mediante rilievo tradizionale GPS) ha messo in evidenza un errore medio di 14 cm in pianta. Oltre ai tempi rapidi ed al basso costo, ulteriori vantaggi di questa tecnica sono rappresentati dalla possibilità di utilizzare stessi GCPs per le ripetizioni del rilievo.

Come accennato con questa tecnologia ed in condizioni di acque trasparenti, attraverso una particolare

elaborazione delle immagini, si riesce a rilevare anche i bassi fondali. La prima applicazione è stata effettuata con un rilievo topo-batimetrico presso Bari, dove il confronto con rilievi tradizionali GPS e singlebeam ha messo in evidenza un errore medio di 16 cm fino alla batimetrica -2 m ovvero un grado di accuratezza equiparabile ad un rilievo tradizionale (Mammì et al., 2016).

Un'altra applicazione ha riguardato il rilievo di scogliere e pennelli. La possibilità di ottenere un DTM di dettaglio fino ai bassi fondali e l'uso combinato con un rilievo Multibeam rendono questa tecnica la soluzione ideale in questa tipologia di monitoraggio.

Altre applicazioni studiate sono state messe a punto per il monitoraggio della volumetria del legname presente negli arenili e la quantificazione dei rifiuti (beach litter). Per questo è stata scelta un'area presso la spiaggia del Parco di San Rossore (PI) e grazie all'aiuto di particolari filtri è stato possibile isolare il legname dall'ortofoto generando un DTM dell'area e quindi fare un computo volumetrico del materiale da smaltire. Per quanto riguarda invece il monitoraggio dei rifiuti, le immagini acquisite sono state elaborate anche in ArcGis 9.3 con filtri creati appositamente e quindi ricavati shapefile con un calcolo finale areale sulla quantità dei rifiuti presenti.

Questa applicazione può essere un utile strumento nel monitoraggio dell'impatto del turismo balneare nelle nostre spiagge, nella quantificazione dei rifiuti spiaggiati durante le mareggiate e per una repentina e veloce gestione di questa particolare problematica per una corretta gestione costiera.

Ulteriori studi sono stati fatti per il monitoraggio della torbidità durante le fasi di dragaggio. Uno dei primi monitoraggi è stato fatto sul dragaggio presso la foce del fiume Magra (SP) nel 2016. In contemporanea con il volo, sono state prese delle misure di torbidità con una sonda, sia superficiali che a varie profondità. La carta della torbidità da drone è stata creata dal ricampionamento dei pixel e la regressione lineare con i valori di verità al suolo dati dalla sonda (Figg. 1a e 1b).

Questo rappresenta un utile strumento per monitorare i dragaggi o i versamenti e l'estensione dei relativi "plume" durante le varie fasi di intervento.

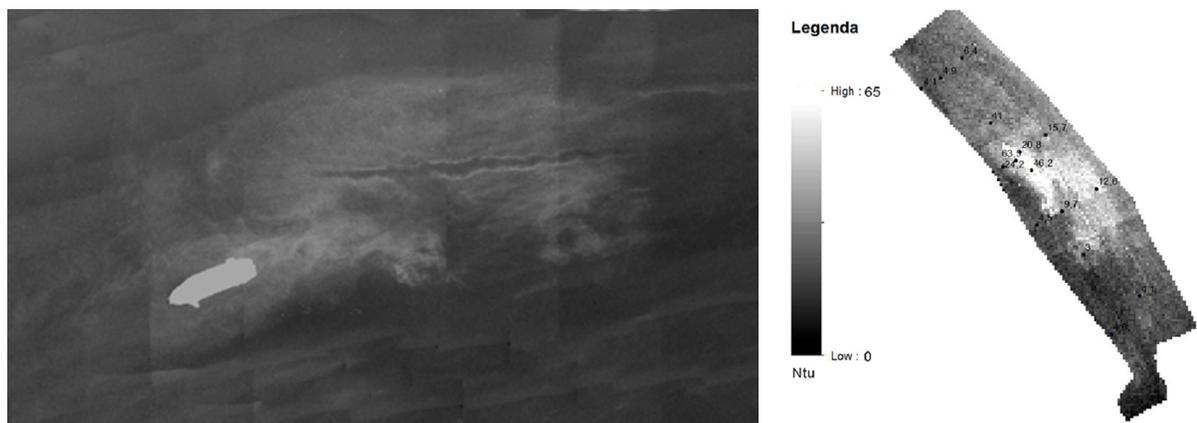


Figura 1. A sinistra rilievo drone durante un dragaggio, 2016; a destra mappa di torbidità ottenuta dal ricampionamento dei pixel.

## Bibliografia

- Mammì I., Rossi L., Vitale G., Zeoli A., 2016. *Realizzazione di modelli digitali topo-batimetrici da drone*. Studi Costieri, 24: 69-74.
- Turner I.L., Harley M.D., Drummond C. D., 2016. *UAVs for coastal surveying*. Coastal Engineering 114: 19-24.
- Gonçalves J.A., Henriques R., 2015. *UAV photogrammetry for topographic monitoring of coastal areas*. Journal of Photogramm. Remote Sens. 104: 101-111.

## L'annegamento sulle spiagge italiane. Analisi dei dati e attività di prevenzione

Dario Giorgio Pezzini

Società Nazionale di Salvamento, [www.salvamento.it](http://www.salvamento.it) e GNRAC, [dpezzini@alice.it](mailto:dpezzini@alice.it)

### Riassunto.

Il presente articolo descrive una ricerca che la Società Nazionale di Salvamento (SNS) ha in corso di svolgimento, dal 2009, assieme ad Istisan, l'Istituto superiore di sanità del Ministero della salute, finalizzata a ottenere un quadro realistico degli annegamenti in Italia, individuarne le cause e proporre un piano nazionale nel tentativo di ridurre l'incidenza di questo flagello che miete, durante i mesi estivi, due-tre vittime al giorno.

**Parole chiave:** annegamento, tipi di spiaggia, correnti di ritorno, frangenti

***Abstract.** The present paper describes a research being carried out by National Lifeguarding Society (SNS), in cooperation with Istisan, Higher Institute of Health of Italian Health Ministry. The goal is to map out a realistic image of drowning accidents in Italy, single out the causes and suggest a national plan against drowning. During summertime drownings episodes are still 2-3 a day in Italy.*

**Keywords:** *drowning, beach types, ripcurrent, breakers*

### Quali sono le cause di un annegamento?

La Figura 1 riprende un avvenimento drammatico dove hanno trovato la morte due persone di cui l'una nel tentativo di salvare l'altra. Si tratta di un episodio ricorrente: in Italia annegano per questo motivo circa 10 persone ogni anno. Se ci chiedessimo perché sono annegate, le spiegazioni potrebbero essere molte:

- il mare è mosso, e le due vittime sono finite in una corrente di ritorno
- non c'è un servizio di salvataggio
- nessun segnale avverte del pericolo i bagnanti
- le condizioni proibitive del mare, d'altra parte, avrebbero dovuto scoraggiare una persona prudente dall'entrare in acqua
- il secondo annegamento è stato propiziato dal primo: l'uno si è tuffato per salvare l'altro;
- non c'è attrezzatura di salvataggio (una sagola, e magari un salvagente, avrebbe probabilmente impedito almeno il secondo annegamento, imputabile alla rottura della pericolosissima catena umana). Potremmo trovare ancora qualche risposta. In Italia, una legislazione carente imputa a un Comune il solo obbligo di mettere un cartello che indichi l'assenza del servizio di salvataggio sulle spiagge libere, teatro di frequenti annegamenti. La congerie di risposte evoca il problema metodologico di chi deve analizzare qualitativamente un episodio di annegamento nel quale si mescolano due ordini di motivi legati, gli uni, a cause oggettive e, gli altri, imputabili al comportamento soggettivo degli attori in gioco, coniugando rapporti di causalità con quelli, per usare un'espressione giuridica, di "imputazione".

Alle difficoltà dell'analisi qualitativa si sommano poi quelle quantitative, dirette all'accertamento della dimensione complessiva del fenomeno, così come si presenta in Italia, e al peso che le diverse variabili rivestono in generale nella spiegazione dei dati raccolti.



**Figura 1.** Sardegna, costa Nord. Episodio di annegamento.

### Analisi quantitative

Il dato di partenza è stato quello di quantificare le dimensioni del fenomeno nel corso del tempo. In Italia annegano attualmente circa 400 persone l'anno, un dato che si è stabilizzato dalla fine degli anni '90, dopo circa 30 anni virtuosi che hanno visto decrescere gradualmente - dai circa 1400 morti alla fine degli anni '60 - il numero annuale dei decessi per annegamento (Funari e Giustini 2011).

I dati sulla mortalità per *annegamento accidentale* sono pubblicati dall'ISTAT (Istituto Nazionale di Statistica), con qualche anno di ritardo, e dal Ministero della salute. Questa preziosissima informazione si basa sul computo delle "schede di morte", classificate in base all'*International Classification of Disease* (ICD10), che identificano *l'annegamento accidentale* in base ad una serie di codici (compresi tra W65 e W74) inadeguati per accertare le cause del fenomeno (Funari e Giustini, 2011):

- W65 Annegamento e sommersione nella vasca da bagno
- W66 Annegamento e sommersione a seguito di caduta nella vasca da bagno
- W67 Annegamento e sommersione in piscina
- W68 Annegamento e sommersione in seguito di caduta in piscina
- W69 Annegamento e sommersione in acque naturali
- W70 Annegamento e sommersione a seguito di caduta in acque naturali
- W73 Altri tipi specificati di annegamento e sommersione
- W74 Annegamento e sommersione non specificati

Inoltre, quasi nell'80% dei casi il medico, che ha identificato nell'annegamento la causa di morte, non ha specificato nella scheda dove sia avvenuto l'evento (in quale corpo idrico), il che rende inutili e deformanti, sotto questo profilo, anche gli scarni dati ufficiali disponibili. Dalle schede sappiamo quanti siano in totale i decessi per annegamento, ma non quanti anneghino annualmente nelle piscine, nei laghi, in mare o nella vasca da bagno. Abbiamo il quanto, ma non il dove. Per rispondere a queste domande bisogna trovare altre strade. Dai dati ISTAT si è potuto tuttavia ricavare, la distribuzione geografico-territoriale del fenomeno a livello regionale e comunale.

Ciò ha permesso di costruire la carta di figura 2 che classifica i comuni italiani - combinando la frequenza degli annegamenti con il numero dei decessi - in base ad un *indice di rischio annegamento* (IRA):  $IRA = 1$  indica un

*rischio molto basso*, cioè quei comuni in cui si verifica un solo caso mortale in 6 anni;  $IRA = 2$  (*rischio basso*), quei comuni in cui l'evento di annegamento è altrettanto raro, anche se coinvolge più persone e provoca molti decessi. In questo caso un numero di episodi mortali che, in media, sarebbe elevato, non è però un indice di un fenomeno sistematico, ma il frutto di una situazione comunque occasionale;  $IRA = 3$  (*rischio medio*) indica quei comuni in cui quasi ogni anno si verificano decessi, ma non più di 2 l'anno;  $IRA = 4$  (*rischio elevato*), infine, identifica quei comuni in cui quasi tutti gli anni si verifica un numero di decessi superiore a 2 (Giustini et al., 2011).

Questi indici, riportati sulla carta nella Figura 2, combinando indici di rischio alto con quelli a medio e basso rischio, associati a comuni limitrofi, individuano aree geografiche particolarmente colpite dal fenomeno. I seguenti tratti di litorale:

1. costa ligure (tra S. Remo e Savona)
2. costa tirrenica in Toscana ((tra Marina di Carrara e Piombino)
3. costa tirrenica nel Lazio (tra Fiumicino e Terracina)
4. costa tirrenica in Campania (tra Castel Volturno e Acropoli)
5. Sicilia (costa sudorientale e Palermo)
6. Sardegna (costa occidentale, zona di Cagliari e di Olbia)
7. costa sud della Puglia
8. costa adriatica (da S. Benedetto del Tronto a Trieste)

sono tratti ad alto rischio di annegamento (Funari e Giustini 2011; Giustini et al., 2011).

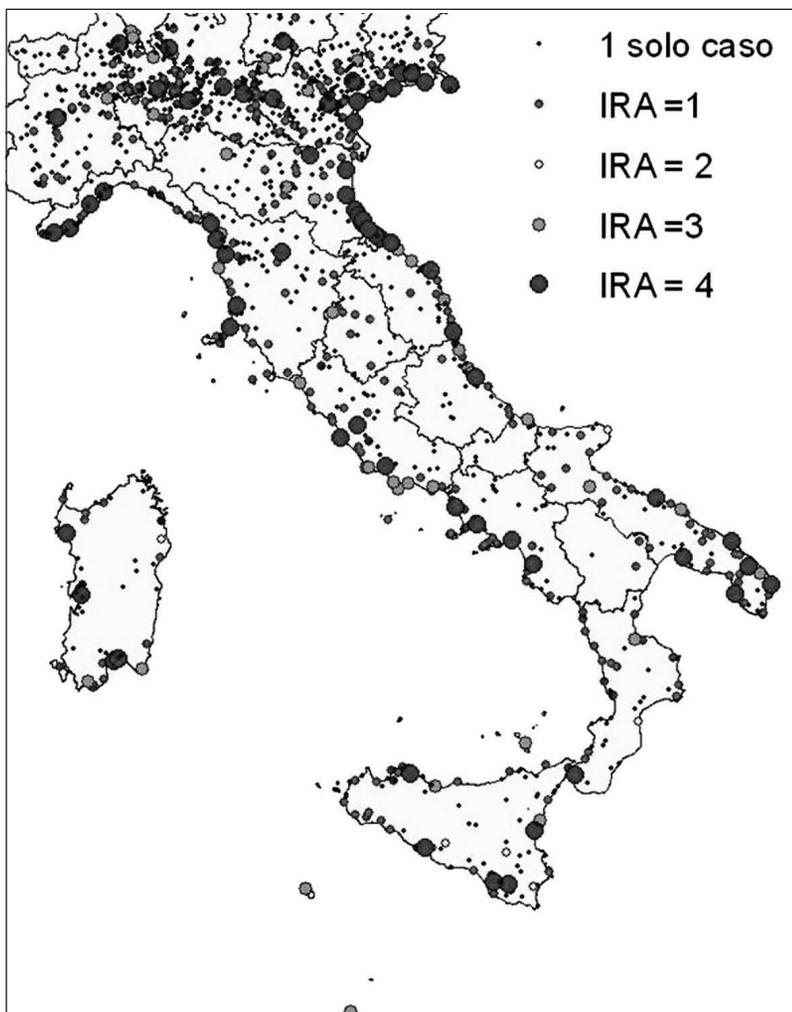


Figura 2. Diffusione del rischio di annegamento in Italia per Comune (Istisan, 2011).

Tutti questi litorali sono intensamente frequentati, ma l'alta frequenza – sicuramente una variabile importante - non è in grado, da sola, di spiegare la concentrazione del fenomeno. Altri tratti di costa, infatti, sono meno colpiti ma, spesso, non sono meno frequentati (Osservatorio nazionale del turismo, 2003; Pezzini, 2005).

### **Analisi della rassegna stampa**

Preziosissime informazioni sono venute poi dall'analisi della rassegna stampa, soprattutto quella disponibile sul Web (da Google News, e da un'agenzia privata, Ecostampa.net, specializzata nella raccolta di articoli su argomenti specifici).

I giornalisti di cronaca, com'è noto, non brillano certo per obiettività o competenze specifiche, e molte informazioni reperibili sui giornali sono semplicemente fantasiose, per non dir peggio. Inoltre, nei resoconti su episodi di annegamento, ciascun giornalista identifica arbitrariamente, tra le molte cause possibili, quella per lui più convincente e, se i giornali o i giornalisti che scrivono sullo stesso episodio sono più d'uno, possono esprimere giudizi diversi, talvolta strampalati, e dalla stampa si possono ottenere più quadri discordanti.

Dai dati del periodo 2008 – 2011, per esempio, risulta che le cause di annegamento sarebbero le seguenti:

- malore 23,0%
- imperizia 21,9%
- caduta accidentale 12,4%
- caduta da imbarcazione 7,5%
- tentato salvataggio 7,4%
- mancata sorveglianza 6,1%
- pesca subacquea 4,6%
- altro 17,1%

(Funari e Giustini, 2011)

Quest'immagine dell'annegamento “secondo la stampa” non è un quadro realistico. Al “malore”, per esempio, è accreditato il 23% dei casi, e nell'opinione pubblica è diffusa infatti l'idea che, nella grande maggioranza degli episodi di annegamento, le persone muoiano in acqua per un mancamento improvviso. In effetti, in quasi tutti i resoconti giornalistici – soprattutto nel primo articolo che riporta la notizia - la causa probabile del decesso è indicata sempre in un “malore”, e il motivo è semplicemente questo: il giornalista attinge notizie da fonti che reputa informate (bagnini, concessionari balneari del luogo, funzionari del comune, ecc.), che sono invece fonti interessate. Il “malore” può scagionare un loro collega o allontanare da una località balneare un'immagine negativa. L'effetto è di sovra rappresentare una variabile pur importante, ma che ha un'incidenza assai inferiore nella spiegazione del fenomeno.

Altre informazioni fornite dalla stampa si sono invece rilevate preziose. Con questo mezzo, infatti, siamo in grado di cogliere notizia della quasi totalità degli incidenti di annegamento in tempo reale (fino ai 4/5 dei casi, quasi l'intero universo dei dati). E, se sulle cause gli svarioni abbondano, gli articoli individuano affidabilmente non solo il corpo idrico (mare, piscina, lago, fiume, ecc.), ma anche il luogo preciso dove è avvenuto l'incidente, cioè su quale spiaggia e su quale punto (di fianco o davanti uno stabilimento balneare o su una spiaggia libera). Altri dati affidabili e importanti sono quelli relativi alla data, l'ora e alla persona della vittima.

### **L'incidente di annegamento: i dati sui salvataggi**

L'annegamento è un incidente a bassa frequenza, ma ad alta letalità. Anche se il numero degli incidenti non è elevatissimo, essi tendono a concludersi nel peggiore dei modi. Delle vittime ospedalizzate per annegamento ne muoiono, in Italia, circa la metà (Funari e Giustini, 2011).

Descrivere le cose in questo modo, d'altra parte, potrebbe essere fuorviante. L'incidente di annegamento è un incidente *sui generis*, assai diverso, per esempio, da un incidente stradale, in seguito al quale

si è ospedalizzati per una gamma di ferite o lesioni che possono essere lievi o gravissime. Gli incidenti stradali sono numerosissimi, ma solo pochi, per fortuna, si concludono con la morte di una o più vittime. Negli “incidenti di annegamento” non vengono computati quei casi in cui una vittima ha rischiato di annegare, ma si è salvata o è stata salvata. Questi casi vengono chiamati *quasi-annegamenti*. Le conseguenze fisiologiche di un quasi-annegamento sono nella grande maggioranza dei casi inesistenti. La vittima, salvata per esempio da un bagnino, se ne va via sulle proprie gambe dopo qualche minuto, una volta riportata a terra incolume; si ricorderà per sempre di questa spiacevole esperienza che segnerà per tutta la vita il suo rapporto con l’acqua. Le conseguenze psicologiche possono essere rilevanti, ma non ha subito alcun danno fisiologico. Quand’è che una vittima è invece ospedalizzata? La soglia dell’incidente è *l’inalazione di acqua*: anche una quantità minima di liquido finita nei polmoni li traumatizza gravemente, e può derivarne la morte. Gli americani chiamano queste vittime *in parcheggio*: sono state recuperate ancora vive dall’acqua ma sono in attesa di morire. Le persone ospedalizzate sono quindi, nella maggioranza dei casi, malati gravi, ma a fronte di un numero eccezionalmente grande di quasi-annegamenti in cui le vittime restano incolumi.

Quanti sono in Italia i quasi-annegamenti che, grazie ai bagnini di salvataggio, non diventano “incidenti di annegamento conclusi nel peggiore dei modi”? Purtroppo, per come è organizzato il servizio di salvataggio sulle nostre spiagge (Pezzini, 2017b), i resoconti ufficiali sono pressoché inesistenti o inaffidabili, e dobbiamo affidarci a ricerche basate su campionamenti statistici. I dati più affidabili ci sono pervenuti dalle cooperative di bagnini, dove i resoconti dei salvataggi vengono solitamente raccolti con cura (Pezzini, Simonini, 2011). E’, tuttavia, pressoché impossibile stimarne il numero complessivo in Italia, per stagione balneare, al di là di una ragionevole certezza. Possiamo avere soltanto un’idea della dimensione del fenomeno che si aggira intorno a qualche decina di migliaia di casi, sicuramente, con una stima a intervallo, compresi tra 60.000 e 90.000 per stagione balneare.

### Le spiagge ad alto rischio: le spiagge dominate dalle correnti

L’identificazione dei tratti di litorale ad alto rischio, in combinazione con l’analisi dei dati provenienti dalla stampa, la loro interpretazione e le informazioni provenienti dalle cooperative di bagnini, hanno permesso di identificare in due tipi geomorfologici di spiaggia gli scenari dove la probabilità di un episodio di annegamento è particolarmente alta.

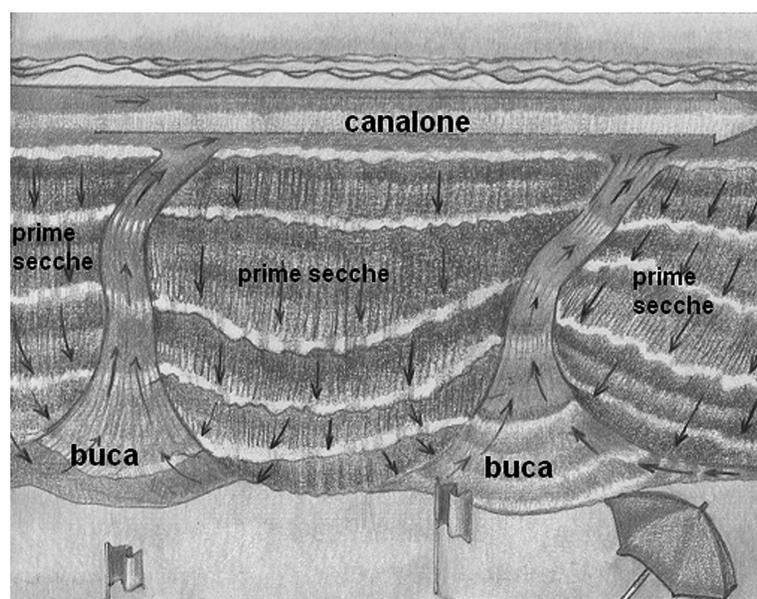


Figura 3. Reticolato di una “spiaggia di buche” (Pezzini 2012 b).

Il primo tipo – dominante nei tratti di litorale 1. e 8. indicati sopra - individua, nella nostra terminologia, *le spiagge artificializzate*: quelle spiagge caratterizzate dalla presenza di strutture rigide a difesa della costa (pennelli o barriere parallele, per esempio), capaci di alterare i meccanismi circolatori in prossimità della battigia. Abbiamo già scritto di queste spiagge (Pezzini, 2017a), e non ci torneremo sopra, concentrando invece la nostra attenzione sull'altro tipo che i bagnini, in Toscana, chiamano “spiagge di buche”.

Queste appartengono, nella nostra terminologia - e in base a una nostra classificazione basata su criteri morfologici, ma diretta a caratterizzare i pericoli per la balneazione - al gruppo delle *spiagge dominate dalle correnti*: quelle spiagge dove le correnti provocate dal moto ondoso sono il meccanismo dominante, capace di determinare le caratteristiche salienti del fondale (Pezzini 2011). Sono di due tipi: qui descriveremo, però, nei suoi tratti essenziali, solo il secondo, di gran lunga il più pericoloso per i bagnanti, lasciando il primo (le “spiagge di deriva”) ad altra occasione. I due tipi di spiaggia appartengono peraltro allo stesso habitat (la sabbia ha la stessa granulometria, il fondale lo stesso gradiente e la zona dei frangenti la stessa estensione). Su tutto il Tirreno, in tratti della Sicilia e, soprattutto, della Sardegna, in un lungo tratto a sud della Puglia sono endemiche. La differenza tra un tipo e l'altro è che, nel primo, prevale la corrente di deriva, parallela alla linea litorale, e le correnti di ritorno (rip current) dirette verso il mare aperto hanno un carattere occasionale, provocate da qualcosa che interrompe la regolarità del fondale e proietta verso il largo la corrente di deriva; nel secondo invece le correnti di ritorno sono il tratto di gran lunga dominante (Pezzini 2006, 2012a, 2012b) e il fondale antistante l'arenile si presenta come un “reticolato” (Fig. 3) caratteristico, fatto da un intreccio di correnti litorali e correnti di ritorno che intervallano, lungo la battigia, zone di acqua bassa (le “secche”) a zone di acqua fonda (le “buche”, Fig. 4).

La spiaggia è dominata da *rip currents*, cioè il fondale prospiciente la battigia è solcato sistematicamente da correnti di ritorno. La loro spaziatura non è regolare (non abbiamo riscontrato nulla del genere su nessun litorale) e quello che si può stabilire è solo una distanza media tra l'una e l'altra che varia da spiaggia a spiaggia: la loro collocazione è, almeno apparentemente, casuale.



**Figura 4.** Marina di Carrara. Le persone che fanno il bagno disegnano con precisione l'alternarsi di zone di acqua bassa (secche) e zone di acqua alta (buche).

Su certe spiagge si presentano più vicine, su altre poco più lontane, ma gli intervalli irregolari mostrano comunque una distanza media dai 200 ai 300 m circa. Le *rip currents* non sono *geomorfologiche (fixed)*, provocate da una conformazione rigida del fondale, da strutture rocciose, per esempio, come accade su altri tipi di spiaggia. L'epicentro di ciascuna *rip* è nondimeno fisso (almeno su lunghi periodi di tempo, sicuramente superiori a 10 anni).

Una ripcurrent, su questo tipo di spiaggia, può spostarsi anche di una cinquantina di metri in seguito ad una mareggiata per poi tornare indietro “al suo posto” (cioè nel suo epicentro) o ondeggiare dalla parte opposta. Le correnti di ritorno scavano alvei (*canali*) nel fondale basso e sabbioso, profondi tra 1,6 e 3 m, larghi dai 12 ai 50 m; la loro lunghezza può raggiungere eccezionalmente i 200 m, anche se non eccedono, per lo più, un centinaio di metri. Il loro percorso non è così semplice o lineare come nei disegni, talvolta è tortuoso e il modo più facile per accertarlo, e mapparlo, è nuotarci dentro.

Un dato molto importante è l'angolo d'incidenza che una corrente di ritorno ha con la battigia: così, i bagnini parlano di “buche verticali” (l'espressione è, ancora, toscana), quando il canale scavato dalla corrente è ortogonale, o quasi, alla linea di riva; “diagonale” quando, invece, l'angolo si avvicina ai 45° (Fig. 5). Il primo tipo è molto più pericoloso del secondo. Una persona che, suo malgrado, ci finisce dentro e si sente trasportare via, presa da una paura che cresce in modo esponenziale col passare dei secondi, reagisce sempre alla stessa maniera, nel tentativo di tornare a terra, puntando verso riva in linea retta.



**Figura 5. Viareggio: “Buca in diagonale”**  
(Foto D. Scala).

Così facendo, in una “buca diagonale”, riuscirà in molti casi, con un po' di fortuna, a raggiungere la riva; nell'altra, invece, la nuotata perfettamente contro corrente, prima, “lo pianterà” (altra espressione gergale: il pericolante nuota ma senza avanzare) e poi lo porterà via annegandolo. Un pericolante dovrebbe nuotare in parallelo alla linea di riva, se volesse salvarsi, ma questa opzione gli è psicologicamente preclusa. La sommersione sopraggiunge, in questi casi, in un tempo che va dai 2 ai 5 minuti (Pezzini, 2006). La probabilità di annegamento si può stimare attorno allo 0,5 (cioè nel 50% dei casi: in un caso su due, il pericolante deve

essere recuperato dai bagnini, se vuol salvarsi); con una buca in diagonale, invece, la probabilità di morte è molto ridotta attestandosi su una percentuale assai inferiore (Pezzini, 2006).

L'inclinazione dei canali di una *rip* rispetto alla battigia dipende dalla provenienza del moto ondoso dominante: se l'angolo di incidenza di questo si attesta tra i 45° e i 70° circa, "le buche" saranno per lo più diagonali (e più lontane tra loro); se si avvicina ai 90°, verticali (e più vicine). Se l'angolo d'incidenza si attesta sui 45°, o meno, la spiaggia è una *spiaggia di deriva*, dominata dalla corrente litorale (Pezzini, 2012a, 2012b). Dove i canali sono decisamente diagonali, il fondale può presentare "una conformazione estiva" (è una *spiaggia di buche*) con la bella stagione, e "una conformazione invernale" (è una "spiaggia di deriva") con la brutta: a maggio e ottobre avviene il cambio del vestito (Paskoff, 2003).

Le *rip currents* sono il prodotto di un sistema, che identifica nel complesso questo tipo di spiaggia, i cui elementi sono i seguenti (Fig. 6):

- il fondale è caratterizzato da una barra sottomarina, una *terrazza*, che si estende per circa 70 - 100 m. Allo scalino alla battigia l'acqua è 15-20 cm, alla fine della *terrazza* ("prima secca", nella nostra terminologia) la profondità dell'acqua è di 1,6 - 2 m circa;

- la pendenza del fondale, nel tratto della prima secca, quindi, è di 1,6 - 2 %. Se la pendenza superasse il 2,5% (nei primi 100 m), ci troveremmo su un altro tipo di spiaggia dove le *rip currents* sono assenti (*spiagge fonde*); se invece fosse inferiore, le spiagge sarebbero *piatte*. Su quest'ultime sono presenti solo *minirip*, di scarsa rilevanza per i nostri interessi. I canali delle *minirip* sono, infatti, poco profondi, difficilmente più profondi di 1 m; sono guadabili anche da chi non sappia nuotare, e la forza della corrente è scarsa: in sostanza è difficile che provochino incidenti di annegamento (non ne abbiamo traccia), anche se l'esperienza di una *minirip* può essere vissuta da un bagnante con apprensione;

- alla fine della prima secca, c'è un "canale" (*trough*), che i bagnini chiamano "canalone", quasi parallelo alla linea di riva, ampio circa 40 - 60 m, profondo fino a 4 m, dove scorre a mare mosso-molto mosso una lenta corrente di deriva (Schwartz, 1972 e Fig. 6);

- al di là del "canalone", c'è una barra litoranea, parallela alla linea di riva (dopo la quale in pratica finisce il nostro interesse per la spiaggia); solo se le onde frangono anche in questo settore del fondale, allargando la zona dei frangenti per più centinaia di metri, si produce corrente di deriva nel canale.



Figura 6. Marina di Pietrasanta (Lu). "Spiaggia di buche" (Foto di L. Guerrieri, sezione SNS di Viareggio).

La conformazione del fondale è, quindi, fatto da tre zone: prima secca (*terrazza*) – canalone - prima barra litoranea (Fig. 7).

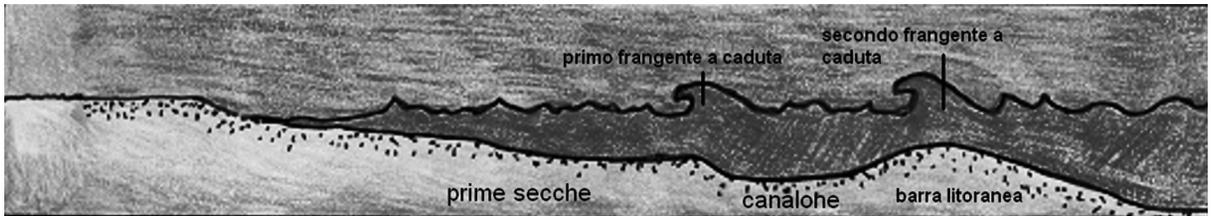


Figura 7. Conformazione del fondale di una “spiaggia di buche” (Pezzini 2012 a).

Le onde più alte, durante una mareggiata, possono raggiungere l'altezza di 1,7 m alla fine del tratto delle prime secche (primo frangente a caduta) (Fig. 7), ma è sufficiente il mare appena mosso – quindi onde molto più basse – per produrre corrente nei canali. *Onde di mal tempo* - qualunque sia la loro altezza - sono infatti una condizione sufficiente per attivare le rip currents su questo tipo di spiaggia. *Onde di bel tempo* (“onde di mare calmo”, nella nostra terminologia), provocate per esempio da una forte brezza settembrina, non producono corrente nei canali qualunque sia la loro altezza (Paskoff, 2003)

- un dato di grande rilevanza di questo fondale è, infatti, la formazione di un tipo di frangente, il “rullo” (in inglese: *bore* o *roller*, Tricker, 1964, Arnott, 2010). Il rullo si forma una volta che l'onda frange a cascata (*plunging breaker*) alla fine della prima secca (anche se, col decrescere del mare, si formano anche da frangenti a versamento, *spilling breaker*). Il rullo è, in pratica, un'onda senza cavo, una sola cresta tutta al di sopra del livello del mare, “un'onda solitaria” con un'efficacia traslatoria eccezionale (Tricker, 1964, Galvin, 1972, Meyer, 1972, Bascom, 1976, Pethick, 1984, Simpson, 1997, Arnott, 2010 e Fig. 8);



Figura 8: Torre del lago (Viareggio): formazione di rulli da un frangente a caduta.

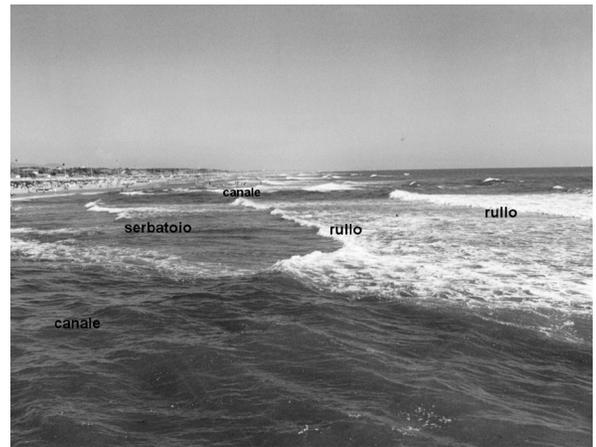


Figura 9. Forte dei Marmi (Lu): il serbatoio di due rip current.

- I rulli provocano, nelle prime secche, *zone di rialzo d'onda* (che i francesi chiamano *baches*, “serbatoi”) che spiegano la formazione delle rip current: le rip current sono correnti di gravità (Simpson, 1997). Ciascun rullo accumula nei serbatoi enormi quantità d'acqua in sovrizzo, spazzandola poi via e facendola rifluire indietro, verso il mare aperto, attraverso il canale scavato dalla rip current. Nella figura 9 un rullo – a mare appena mosso - riesce ad elevare di 10 - 20 cm l'altezza dell'acqua nel “serbatoio” alimentando due canali;

- La granulometria della sabbia è fine o media (con una granulometria più fine, o più grossa, le spiagge appartengono ad altro “habitat”: sono di altro tipo);

- I canali delle rip sono più profondi di 1,6 m (possono raggiungere i 2,5 – 3 m) nella zona delle prime secche. Ciò rende queste spiagge pericolose anche a mare calmo (l'altezza di 1,6 m indica convenzionalmente la profondità dell'acqua superiore all'altezza di un adulto misurata sulle vie aeree). Sono spiagge caratterizzate

da *drops* sistematici (cioè, affossamenti improvvisi nel fondale: le “buche” propriamente parlando) nella zona dove la grande maggioranza delle persone fa il bagno. A mare calmo gli episodi di annegamento– di cui sono vittime non-nuotatori - talvolta eguagliano o superano per numero, su certe spiagge di questo tipo, quelli a mare mosso.

Cos'è che rende queste spiagge così pericolose?

- Zona delle prime secche, zone delle buche, zona del bagno coincidono perfettamente: il pericolo più grande, le rip current, si annidano nella prima fascia di acqua bassa intensamente frequentata dai bagnanti;
- le correnti incidono profondi solchi (canali o buche) nella zona vicina alla battigia rendendo queste spiagge pericolosissime, anche a mare calmo, per chi non sappia nuotare;
- è sufficiente il mare appena mosso perché le correnti di ritorno si attivino. Le giornate di bandiera rossa sono quindi numerosissime durante l'estate, esponendo al pericolo, per tempi molto lunghi, anche i bagnanti che sanno nuotare.

Le *rip currents*, su questo tipo di spiaggia, sono vere macchine da annegamento per la facilità con cui attirano, sfiancano e annegano indifferentemente chiunque, ottimi, pessimi o non nuotatori.

### Bibliografia

- Arnott R. D., 2010. *Introduction to Coastal Processes and Geomorphology*. Cambridge University Press, Cambridge. pp. 442.
- Bascom W., 1976. *Onde e spiagge*. Zanichelli. Bologna. 199 pp.
- Funari E., Giustini M. (a cura di), 2011. *Annegamento in Italia: epidemiologia e strategia di prevenzione*. Rapporti ISTISAN (Istituto Superiore di Sanità), 11/23. Roma. 52 pp.
- Funari E., Giustini M., Pezzini D. G. (a cura di), 2012. *Annegamento e pericoli della balneazione*. Rapporti ISTISAN, 12/23. Roma. 81 pp.
- Giustini M., Bruzzone S., Trinca S., 2011. *Epidemiologia degli annegamenti in Italia*. In: Funari E., Giustini M. 2011. Rapporti ISTISAN 11/13. pp. 6-25.
- Galvin C. J., 1972. *Wave Breaking in Shallow Water*. In: *Waves on Beaches and Resulting sediment transport*, Ed. R. E. Meyer 1972. pp. 413-456.
- Meyer R. E., 1972. *Waves on Beaches and Resulting sediment transport*. Academic Press, New York, Londra. 462 pp.
- Osservatorio Nazionale del Turismo, 2003. *Il turismo balneare in Italia*. Roma. 242 pp.
- Paskoff R., 2003?. *Les littoraux.??* Armand Colin, Parigi. 257 pp.
- Pethick J., 1984. *An Introduction to Coastal Geomorphology*. E. Arnold, Londra. 260 pp.
- Pezzini D. G., 2006. *Manuale di salvamento*. Società Nazionale di Salvamento. Genova. 336 pp.
- Pezzini D. G., Simonini P. A., 2011. *Attività di salvamento nel territorio nazionale*. In: Funari E., Giustini M.. Edizione. pp. 39-46.
- Pezzini D. G., 2012a. *Manuale di salvamento*. Società Nazionale di Salvamento, Genova. 263 pp.
- Pezzini D. G., 2012b. *Tipologie di annegamento*. In: Funari E., Giustini M., Pezzini D. G. Edizione. pp. 4-29
- Pezzini D. G., 2017a. *Difesa dei litorali e sicurezza della balneazione*. In: *Studi Costieri*, 24: 75-84.
- Pezzini D. G., 2017b. *Il regime concessorio delle spiagge italiane e il servizio di salvataggio in una prospettiva europea* In: *Studi Costieri*, 26: 17-28.
- Schwartz M. L. (a cura di), 1972. *Spits and Bars*. Dowden, Hutchinson & Ross. Stroudsburg. 452 pp.
- Simpson J. E., 1997. *Gravity Currents*. Cambridge University Press. Cambridge. 244 pp.
- Tricker R.A.R., 1964. *Bores, Breakers, Waves and Wakes*. Mills and Boon. Londra. 250 pp.

## Norme per gli Autori

**Studi costieri** pubblica articoli scientifici originali in lingua italiana su argomenti relativi alla dinamica e difesa dei litorali ed alla gestione integrata della fascia costiera. Gli articoli scientifici sono sottoposti a revisione da parte di due esperti indicati dal Comitato scientifico.

**Studi costieri** pubblica anche Note tecniche e Riassunti di tesi di Laurea e di Dottorato di ricerca inerenti gli stessi temi. **Studi costieri** ospita inoltre rapporti sull'attività svolta da Amministrazioni pubbliche in materia di gestione integrata della fascia costiera. Questi ultimi due tipi di contributi sono soggetti solo ad una revisione di tipo redazionale.

Gli Autori degli articoli sono pregati di rispettare le seguenti norme. Gli articoli non redatti in piena conformità con esse non potranno essere presi in considerazione per la pubblicazione.

I manoscritti devono essere inviati per posta elettronica con allegate figure e tabelle. Dopo l'accettazione deve essere inviata la copia definitiva su CD o per posta elettronica secondo le istruzioni riportate in seguito.

**Titolo** - Massimo 150 caratteri inclusa la spaziatura fra le parole.

**Titolo corrente** - Massimo 80 caratteri inclusa la spaziatura fra le parole.

**Autore/i** - Nome e Cognome per esteso, seguito da un numero in apice per indicare l'eventuale Istituto di appartenenza ed il relativo indirizzo.

**Riassunto** - Non più di 2.000 caratteri inclusa la spaziatura fra le parole.

**Parole chiave** - Inserire 5 - 8 parole chiave, possibilmente non già comprese nel titolo.

**Abstract** - Riassunto, anche esteso, in lingua inglese di non più di 5.000 caratteri.

**Keywords** - In questo caso le parole chiave possono anche essere la traduzione di termini compresi nel titolo.

**Stile** - Adeguarsi allo stile dei lavori pubblicati su questo numero. Tutti i testi, compreso il titolo generale e quello dei paragrafi, devono essere scritti in Maiuscolo e minuscolo. Non inserire caratteri strani, di formato diverso o sottolineati. Il neretto è utilizzato solo per il titolo dei paragrafi.

Eventuali sottoparagrafi possono portare un titolo in corsivo neretto. Non inserire righe bianche nel testo se non alla fine dei paragrafi e dei sottoparagrafi.

Evitare il più possibile i rientri e, comunque, farne di un solo ordine. Gli elenchi puntati sono identificati da -, 1) oppure a); ogni elemento dell'elenco è chiuso con ; salvo l'ultimo che chiude con un punto.

Il carattere Garamond corpo 11, interlinea singola, può essere usato per valutare la lunghezza dell'articolo a stampa.

**Formule** - Se possibile utilizzare il formato testo; in alternativa l'editore di formule di Word impostando il carattere Garamond corpo 11 chiaro (corpo 9 nero se le formule sono incluse in una didascalia di figura o di tabella). Utilizzare caratteri in neretto e corsivo solo se imposto dalla nomenclatura internazionale.

**Tabelle** - I caratteri alfabetici/numerici per le tabelle sono in stile Garamond corpo 10. Le Tabelle sono identificate con Tabella n, oppure (Tab. n) se fra parentesi. Devono essere precedute da una didascalia. Non inserire tabelle in forma di immagini.

**Figure (fotografie, schemi, diagrammi)** - Salvo accordi specifici con la Redazione, vengono pubblicate solo figure in bianco e nero. Le figure sono identificate con Figura n, oppure (Fig. n) se fra parentesi. Tutte le figure devono avere una didascalia. La larghezza massima a stampa delle figure è 16 cm. Ad eccezione delle

figure stampate a giustezza piena, tutte le altre non potranno avere una base superiore a 10 cm. La Redazione è a disposizione per discutere aspetti tecnici relativi a questo punto.

**Note a piè di pagina** - Sono da evitare il più possibile e, se lunghe o numerose, verranno riportate in corpo minore in fondo all'ultima pagina dell'articolo con richiami numerici nel testo. Indicazioni di Progetti e Finanziamenti verranno inserite prima della Bibliografia con gli eventuali Ringraziamenti.

**Riferimenti bibliografici** - Nell'articolo le citazioni sono racchiuse fra ( ) con il seguente formato: (Verdi, 1990) o (Rossi e Verdi, 1989); (Verdi et al., 1987) qualora il numero degli Autori sia maggiore di due. Se citato nell'ambito di una frase il nome di un Autore (1995) è seguito dall'anno della pubblicazione a cui si fa riferimento.

**Bibliografia** - Tutti e solo i lavori citati nel testo devono comparire in Bibliografia. La Bibliografia deve essere in ordine alfabetico per cognome; es.:

Bianchi A., Rossi V., Verdi T., 1999. *Nuovi metodi di difesa dei litorali*. Studi costieri, 19: 153-157 (19 è il numero del fascicolo, 153-157 le pagine).

Neri A., Rossi C., 1978. *Elementi di geomorfologia costiera*. Nessuno Ed., Roma. 324 pp.

Violi K., 1998, *Il ripascimento dei litorali in Italia*. Atti XXI Congr. Soc. Ital. Geomorfologia. Bari. pp. 34-76.

Evitare di usare AA.VV., anche se il numero degli Autori è elevato.

**Versione definitiva** - Il file contenente la versione definitiva dell'articolo, in Word per Windows, deve essere inviato dopo la comunicazione di accettazione del manoscritto. Il testo non deve essere giustificato e, fatta eccezione per le formule scritte con l'editore specifico, può essere scritto con qualsiasi carattere.

Le didascalie delle figure (grafici e foto) dovranno essere inserite nel testo nel punto più opportuno.

Le figure dovranno essere inviate in file separati (.tif o .jpg a 300 dpi alla dimensione di stampa) e salvate con il nome del primo Autore seguito da Fig n (es. Rossi Fig 1.jpg). Figure costituite da più parti devono essere montate dagli Autori in un file unico.

**Altre informazioni** - Nella preparazione degli articoli si tenga conto del fatto che una buona impaginazione necessita di un elevato rapporto testo/figure. Anche se gli Autori non devono procedere all'impaginazione dell'articolo, è bene che operino in modo tale da facilitare l'inserimento di ciascuna Figura dopo il rispettivo richiamo. Analogo discorso vale per le Tabelle.

**Diritti d'autore** - Nella lettera di accompagnamento del manoscritto gli autori, o anche uno solo di essi, devono dichiarare che quanto contenuto nell'articolo è di loro proprietà e che autorizzano il GNRAC a pubblicare tutto il materiale da loro inviato. Nel caso di utilizzazione di figure tratte da altra pubblicazione gli Autori dovranno inviare l'autorizzazione alla stampa dell'Editore proprietario dei diritti. Analogamente deve essere fatto per riprese aeree e per la cartografia.

Il Direttore della collana si ritiene autorizzato ad utilizzare gli articoli per eventuali ristampe o per l'edizione di volumi tematici. Di ciò verrà comunque data notizia agli Autori.

**Contributo alle spese di stampa** - Agli Autori è richiesto un contributo di € 27,00 (IVA incl.) per pagina pubblicata in bianco e nero sulla Rivista. Il costo per la stampa di figure a colori verrà valutato di volta in volta in funzione del loro numero e della posizione nel volume. Gli Autori sono pregati di inviare, insieme alle bozze corrette, le indicazioni necessarie per l'intestazione della nota di debito.

I manoscritti devono essere inviati alla  
**Redazione di Studi costieri**  
 c/o Dipartimento di Scienze della Terra  
 Via Micheli, 6 - 50121 Firenze  
 Tel. 055 055 2756547  
 E-mail: epranzini@unifi.it

## G3 - 2016

Care lettrici e cari lettori di Studi Costieri,

in questo numero sono pubblicati gli articoli dei partecipanti alla sesta edizione del G3 tenutasi il 23 Settembre 2016 a Ferrara. Il primo evento G3 si tenne nel 2010 e da allora il suo format si è evoluto passando da un'iniziativa destinata a giovani soci del GNRAC ad un convegno aperto ad interventi di tutti gli studiosi giovani o meno giovani. I partecipanti sono suddivisi in due gruppi, quelli provenienti dal mondo della ricerca e quelli provenienti da amministrazioni, enti, imprese, professionisti e associazioni.

I partecipanti del primo gruppo competono per l'assegnazione del "Premio G3 – Migliore Presentazione di Studi Costieri". Obiettivo del premio è far emergere il relatore che ha saputo presentare meglio il proprio lavoro; questo poi potrà essere pubblicato in un articolo di 8 pagine su Studi Costieri a condizione che il referaggio scientifico sia positivo. In questa edizione il premio è stato vinto da Debora Tonazzini, che ha presentato un contributo dal titolo "Capacità di carico e percezione turistica delle spiagge di Lavagna (Golfo Del Tigullio – Liguria Orientale)".

Completa il format dell'evento G3 una presentazione ad invito che in questa edizione è stata tenuta da Dario Giorgi Pezzini, della Società Nazionale di Salvamento, che ha relazionato su "L'annegamento sulle spiagge italiane, analisi dei dati e attività di prevenzione"

Quest'anno, è stata anche l'occasione di aggiungere una sessione speciale sulle Energie dal Mare. Hanno partecipato nove gruppi italiani che da anni svolgono ricerche in questo settore. Il tema sta fortemente emergendo nel contesto internazionale e come GNRAC siamo sempre attenti a tutte le novità. Tutti i contributi di questa sessione speciale troveranno spazio in una pubblicazione monografica di Studi Costieri.

Le presentazioni di tutti gli eventi G3 sono pubblicate sul sito dell'associazione: [www.gnrac.unifi.it](http://www.gnrac.unifi.it).

Giunto ormai alla piena maturità, il G3 è l'evento più importante e strutturato del GNRAC grazie anche alle sinergie instaurate con Ferrara Fiere e Convegni. L'ultima assemblea dei soci ha deciso di valorizzare e consolidare ulteriormente il successo del G3, che dall'anno 2017 diventerà il Convegno Nazionale di Studi Costieri. Si manterrà nel titolo del premio il nome G3 a memoria della tradizione su cui si fonda questo Convegno Nazionale (Premio G3 – Miglior Presentazione di Studi Costieri).

Per il GNRAC  
Lorenzo Cappietti

