

#### 4. FONTI DI INFORMAZIONE

- 4.1. Il servizio Idrografico e Mareografico Nazionale
- 4.2. Le reti di monitoraggio in dotazione all'APAT
  - 4.2.1 *La Rete Mareografica Nazionale*
  - 4.2.2 *La Rete Ondametrica Nazionale*
- 4.3. Le carte nautiche e l'Atlante delle spiagge
- 4.4. Rilievo del fondo

##### 4.1. Il Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale

L'entrata in vigore della L.183/89 sulla difesa del suolo e dei successivi DPR 85/91 e 106/93, ha sancito la nascita del Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali nell'ambito della Presidenza del Consiglio dei Ministri. Da questa evenienza, il Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN) ha ricevuto un impulso non soltanto nel collaudato settore idrografico, ma anche nel campo marittimo. In particolare, sono stati promossi la gestione e l'ampliamento della Rete Ondametrica Nazionale (RON), realizzata a suo tempo dal Ministero dei Lavori Pubblici, nonché la ristrutturazione della rete Mareografica Nazionale (RMN) e la rilevazione dello stato dei litorali italiani.

Il compito del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale in materia di regime dei litorali è quello di provvedere:

1. al rilievo sistematico e alla elaborazione delle grandezze relative al clima marino, allo stato dei litorali e ai livelli marini;
2. alla pubblicazione sistematica degli elementi osservati ed elaborati e della cartografia tematica (art. 22, comma 2, lettere *d* e *g* DPR n. 85 del 24.01.1991);
3. alla predisposizione di criteri, di metodi e standard di raccolta, collaborazione e consultazione dei dati relativi all'attività conoscitiva svolta (art. 4, DPR n. 106 del 05.04.1993).

E' oggi operativa l'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente (APAT) e per i servizi Tecnici, istituita dall'art.38 del D.L.vo n. 300 del 30.07.1999. L'Agenzia, avendo inglobato i Servizi Tecnici Nazionali, svolge i compiti e le attività tecnico-scientifiche di interesse nazionale per la protezione dell'ambiente, per la tutela delle risorse idriche e della difesa del suolo, ivi compresi l'individuazione e la delimitazione dei bacini idrografici nazionali e interregionali.

##### 4.2. Le reti di monitoraggio in dotazione all'APAT

All'APAT sono state trasferite le attribuzioni dell'Agenzia nazionale per la Protezione dell'Ambiente, quelle dei Servizi Tecnici Nazionali istituiti presso la Presidenza del Consiglio dei Ministri, ad eccezione di quelle del Servizio Sismico Nazionale e del Servizio Nazionale Dighe.

Da ciò appare chiaro che, oggi, ad essa sono anche transitate le funzioni di gestione delle reti di monitoraggio precedentemente afferenti al SIMN e, in particolare, la gestione delle reti di monitoraggio dell'idrologia e della mareografia. Relativamente a quest'ultima, di seguito, si descrivono le caratteristiche principali sia della Rete Mareografica Nazionale sia della Rete Ondametrica Nazionale (RON).

Infine, per quanto concerne lo stato dei litorali, è opportuno ricordare che l'APAT dovrebbe svolgere le attività di:

- conoscenza sullo stato dei litorali;

- sviluppo di tecnologie per il monitoraggio dei litorali;
- redazione di normative e standard metodologici;
- realizzazione di una banca dati.

In effetti, tali attività sono ancora largamente da sviluppare, anche se, come rappresentato in Figura 4.1, sono state individuate 2 aree campione per le quali è stata già avviata la raccolta di dati relativi a: batimetria, topografia, sedimentologia, aerofotogrammetria, evoluzione storica e futura della linea di costa, bilancio dei sedimenti, caratteristiche del moto ondoso a riva.



Figura 4.1. Localizzazione delle aree campione scelte dal SIMN allo scopo di monitorarne i litorali.

#### 4.2.1. *La Rete Mareografica Nazionale*

In Figura 4.2 è riportata la distribuzione dei mareografi attualmente in dotazione all'APAT.

La rete è composta da 28 stazioni e, con l'attuazione delle opere di ristrutturazione previste, sarà costituita da circa 80 stazioni operanti in telemisura, di cui circa 50 ubicate nella Laguna veneta. Le finalità di detta rete sono:

- fornire dati utili alla progettazione di opere marittime;
- monitorare gli scambi d'acqua tra ambienti lagunari e costieri;
- evidenziare variazioni di rilievo del livello marino a lungo termine.

In effetti, la rete di osservazione in questione, oltre a fornire indicazioni sul livello del mare, consente l'acquisizione di dati relativi alle seguenti grandezze:

- velocità del vento;
- direzione del vento;
- temperatura dell'aria;
- temperatura dell'acqua;
- pressione atmosferica.

Le citate informazioni, per ogni stazione, sono desumibili in tempo reale attraverso il collegamento al sito <http://www.dstm.it/simn>. Un esempio di come tali informazioni vengono fornite all'utente è riportato, per la stazione di Catania, in Figura 4.3.



Figura 4.2. Distribuzione dei mareografi attualmente in dotazione al SIMN. La tabella in alto a destra indica le informazioni desumibili per ogni stazione; la tabella in basso indica i parametri selezionabili per una rappresentazione di insieme.

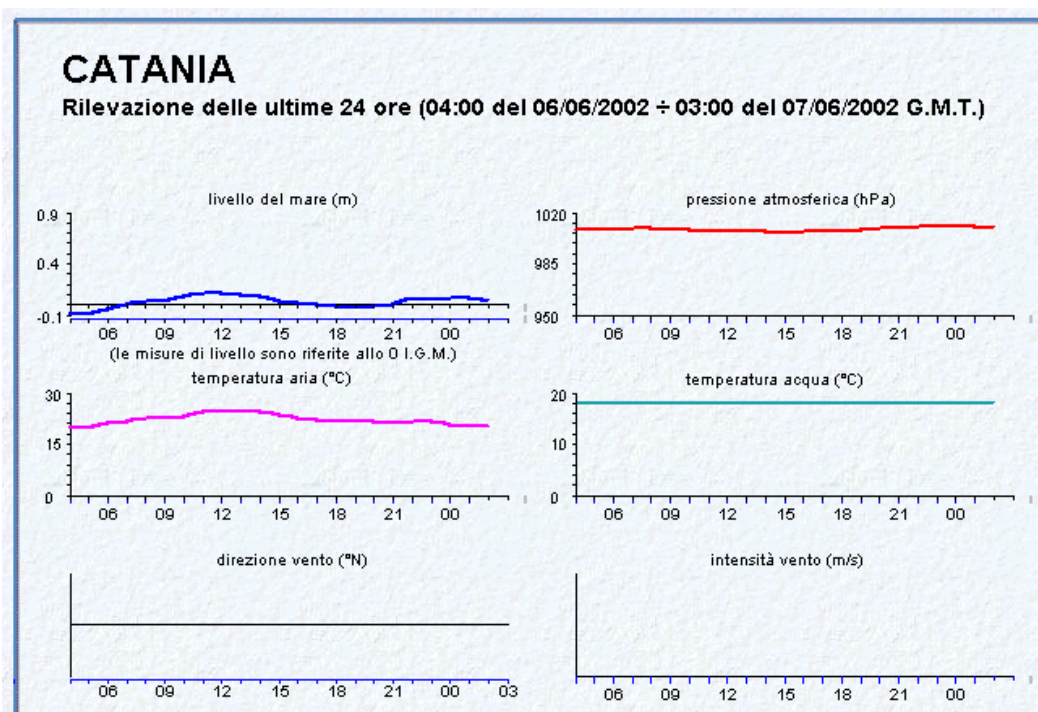


Figura 4.3. Esempio di informazioni desumibili in tempo reale sul sito <http://www.dstn.it/simn/> e rilevate tramite la rete dei mareografi attualmente in dotazione al SIMN (stazione di Catania).



#### 4.2.2. *La Rete Ondametrica Nazionale*

La Rete Ondametrica Nazionale rappresenta un sistema per il rilevamento del moto ondoso direzionale. Attiva dal 1° luglio 1989, dal 1° gennaio 1996 la RON viene gestita direttamente dal SIMN, oggi APAT.

La dislocazione di alcune stazioni, fatta con l'intento di monitorare le zone di mare circostanti le coste italiane dove è massima l'energia del moto ondoso, è riportata in Figura 4.4.



Figura 4.4. Distribuzione delle boe ondametriche in dotazione al SIMN fino al 2002.

#### *La Rete Ondametrica Nazionale da 1989 al 1999*

La RON originaria era composta da otto boe direzionali di tipo pitch-roll Datawell-Wavec, dislocate al largo di La Spezia, Alghero, Ortona, Ponza, Monopoli, Crotone, Catania e Mazara.

Ogni boa, ancorata su fondali dell'ordine di 100 metri, seguiva il profilo della superficie dell'acqua permettendo di determinare la direzione delle onde, mediante inclinometri e l'altezza integrando due volte i dati accelerometrici provenienti da un sensore sull'asse verticale. Le boe erano dotate di un sistema di localizzazione utilizzando il sistema satellitare ARGOS per il controllo della posizione, tramite opportuna triangolazione.

#### *La Rete Ondametrica Nazionale dal 1999 al 2002*

Nel 1999 sono state aggiunte alla rete preesistente le ulteriori boe a traslazione di Cetraro ed Ancona ed è stata sostituita con una ulteriore boa a traslazione la boa pitch-roll di Catania.

La Rete Ondametrica Nazionale si è quindi basata su dieci stazioni di misura, di cui sette costituite da una boa direzionale Datawell-Wavec e tre costituite da una boa direzionale

Datawell-Waverider di tipo a traslazione. Le stazioni vennero completate da un centro di ricezione ed elaborazione a terra dei dati inviati via radio dalla boa.

Nei casi di mareggiate particolarmente significative, con valori di  $H_s$  superiori a 3.0m per Ancona, Pescara, Monopoli, Crotone e Catania, 4.5m per La Spezia, Ponza, Cetraro e Mazara del Vallo e 5.0m per Alghero, l'acquisizione dei dati avviene automaticamente in continuo e i dati sono prodotti ogni mezz'ora.

#### *La Rete Ondametrica Nazionale dal 2002*

All'inizio del 2002 sono iniziate le attività di potenziamento della RON volta alla realizzazione di un sistema affidabile di monitoraggio e diffusione dei dati in tempo reale. Dal punto di vista dei parametri osservati non ci sono variazioni rispetto alle grandezze misurate dal 1989, tranne per l'aggiunta delle elaborazioni nel dominio del tempo (analisi zero-crossing).

Gran parte delle modifiche della rete è stata orientata a migliorare l'efficienza generale del sistema, dotando le boe di dispositivi di data-logging per recuperare i dati non trasmessi a terra.

Il numero delle stazioni è stato infine portato a 14, aggiungendo 4 nuove boe posizionate a Capo Linaro (Civitavecchia, Tirreno Centrale), Capo Gallo (Palermo, Sicilia), Punta della Maestra (alto Adriatico) e Capo Comino (Sardegna Orientale).

La diffusione dei dati avviene principalmente via Internet, Televideo RAI e Global Telecommunication System.

Dal terzo trimestre 2002, le nuove stazioni RON sono attrezzate con ondametri TRIAXYS, fabbricati dalla ditta canadese AXYS Technologies Inc. modificati per rispondere alle particolari esigenze della RON.

La rete rimane, comunque, in grado di gestire tutte le differenti tipologie di ondometro impiegate correntemente in Italia.

In definitiva quindi, la RON è costituita da boe ondametriche la cui localizzazione è riportata in Tabella 4.I.

#### *Elaborazione, analisi e divulgazione dei dati della RON*

Il funzionamento ininterrotto della rete ormai da più di dieci anni, con un rendimento complessivo superiore al 92% in termini di dati archiviati, permette di avere a disposizione una gran quantità di dati validi per elaborazioni scientifiche e ingegneristiche.

Presso l'Area Marittima del SIMN, è operativo il *Centro di Elaborazione e Archiviazione Dati*, che svolge il servizio di supervisione dello stato della rete, acquisizione di dati sintetici in tempo reale, archiviazione ed elaborazione dei dati storici. Tali attività consistono in particolare nella verifica continua della completa funzionalità dei dispositivi; nell'acquisizione di dati sintetici in tempo reale; nell'archiviazione, elaborazione e distribuzione dei dati.

L'Area Marittima cura direttamente l'elaborazione e la produzione dei *Bollettini delle Rilevazioni Ondametriche*.

In queste pubblicazioni, trimestrali, vengono riportati:

- il funzionamento dei sistemi di rilevamento;
- i tabulati dei dati elaborati: altezza significativa, periodo di picco e direzione media;
- le elaborazioni grafiche delle serie temporali delle altezze significative;
- le elaborazioni grafiche delle analisi spettrali (quando le altezze significative hanno valori superiori alla soglia prefissata per ogni stazione).

Al *Bollettino* viene allegato un floppy disk contenente i dati in formato ASCII relativi al trimestre considerato.

Dalla fine del 1997 vengono forniti, su richiesta, dati in tempo reale ed elaborazioni statistiche e climatologiche per tutto il periodo disponibile.

Tabella 4.I Posizioni delle boe ondametriche in dotazione alla rete RON.

WMO	Lat	Lon	Descrizione
61207	37.42333	15.14667	Catania
61208	37.52500	12.53333	Mazara
61209	38.25000	13.31667	C.po Gallo
61210	39.02333	17.22000	C.po Colonna
61211	39.45333	15.91833	Cetraro
61212	40.53333	9.91667	C.po Comino
61213	40.54833	8.10667	Alghero
61214	40.86667	12.95000	Ponza
61215	40.97500	17.37667	Monopoli
61216	42.00000	11.77667	C.po Linaro
61217	42.40667	14.53667	Ortona
61218	43.82967	13.71283	Ancona
61219	43.92833	9.82667	Spezia
61220	44.97167	12.83333	P.ta della Maestra

#### 4.4. Le carte nautiche e l'Atlante delle spiagge

Il rilievo (a grandi linee) delle coste e dei fondali è riportato nelle carte nautiche rilevate e pubblicate -in ogni Stato- dagli Uffici Idrografici della Marina.

Compito fondamentale della cartografia è quello di stabilire una corrispondenza biunivoca tra i punti di una zona della superficie terrestre e i punti su di un piano, ossia sul foglio da disegno. Tale corrispondenza viene espressa da opportune relazioni analitiche che prendono il nome di equazioni della carta, che stabiliscono una relazione tra latitudine e longitudine dei punti della superficie terrestre e le coordinate cartesiane del piano. Ovviamente, una figura poligonale tracciata sulla superficie terrestre cambia forma quando viene rappresentata sul foglio di disegno.

Se la figura nel piano conserva gli stessi angoli di quella eventualmente tracciata nella realtà sul terreno, la carta prende il nome di *isogona*, *conforme* o *autogonale*. Se invece mutano gli angoli e le aree hanno un rapporto costante per tutta la carta, si ottiene la rappresentazione *equivalente* o *autalica*.

Se la carta è la proiezione della proiezione della superficie terrestre su un cono o cilindro circoscritti alla superficie stessa, allora le carte corrispondenti si denominano *coniche* o *cilindriche*. Se invece risultano dalla proiezione della superficie terrestre su di un piano prendono il nome di *prospettiche piane*.

Una figura sulla superficie terrestre S (detta obbiettiva) è legata a quelle del piano S' (detta superficie subbiettiva) mediante i moduli di deformazione lineare, superficiale e angolare.

Se con  $d_s$  indichiamo l'elemento lineare della superficie obbiettiva (Terra) e con  $d'_s$  quello della superficie subbiettiva (carta), il rapporto:

$$\eta = \frac{d'_s}{d_s} \quad (4.5)$$

rappresenta il modulo di deformazione lineare. Analogamente:

$$\mu = \frac{d\sigma}{d\sigma} \quad (4.6)$$

rappresenta il modulo di deformazione superficiale, mentre:

$$\delta = \alpha - \alpha' \quad (4.7)$$

rappresenta il modulo di deformazione angolare essendo  $\alpha$  e  $\alpha'$  gli angoli formati dalle linee corrispondenti a'-b' e a-b tracciate rispettivamente su S' e S. Per quanto anzi detto, perché una rappresentazione sia conforme si deve avere:

$$\begin{aligned} \eta &= \text{cost} \\ \mu &= \text{cost} \\ \delta &= 0 \end{aligned} \quad (4.8)$$

Se la Terra viene assimilata ad una sfera e si assumono per equazioni delle carte le seguenti:

$$\begin{aligned} x &= KU \\ y &= K\lambda \end{aligned} \quad (4.9)$$

con x e y coordinate del punto sulla carta; K, opportuna costante atta a stabilire le grandezze della carta; con  $\lambda$  e U, coordinate curvilinee per cui  $\lambda$  rappresenta la longitudine del punto considerato e U la latitudine isometrica pari a:

$$U = \ln \operatorname{tg} \left( \frac{\eta}{4} + \frac{\varphi}{2} \right) \quad (4.10)$$

dove  $\varphi$  indica la latitudine e  $\eta$  il modulo di deformazione lineare, è possibile stabilire una rappresentazione conforme cilindrica conosciuta in cartografia con il nome di rappresentazione del *Mercatore* (dal nome del geografo che la propose per primo nel XVI secolo. In particolare, al sistema di meridiani e paralleli segnati su S (Terra), corrisponde su S' (carta) un sistema geografico piano detto canovaccio della carta o reticolato geografico (vedere Figura 4.5).

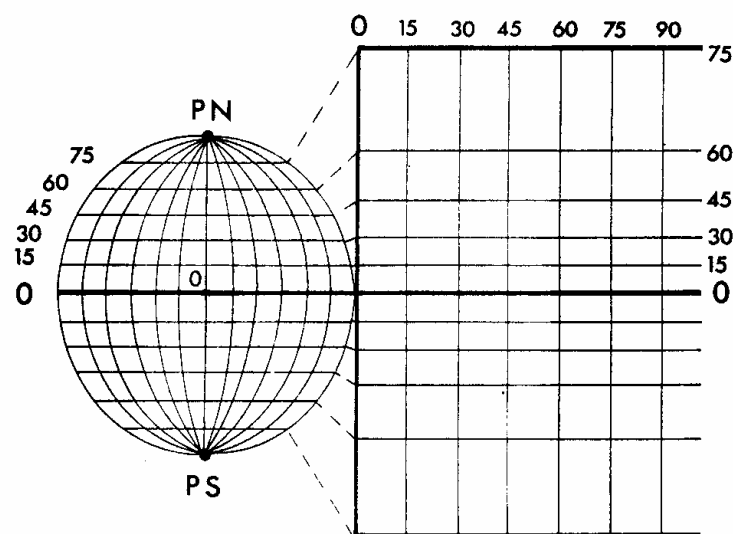


Figura 4.5. Esempio di proiezione cilindrica effettuata per ricavare il canovaccio del *Mercatore*.

Nel canovaccio geografico della rappresentazione del *Mercatore*, gli assi  $x$  e  $y$  sono fra loro normali. Ad essi vanno riferiti i punti della superficie  $S$ . Allorché  $\lambda = \text{cost}$  e  $\varphi = \text{variabile}$ , il punto generico descrive un meridiano, ma per  $\lambda = \text{cost}$ , risulta  $y = \text{cost}$ , ossia in detta rappresentazione i meridiani sono dati sul piano  $S'$  da rette parallele all'asse delle  $x$ . Per  $\lambda = 0$  risulta  $y = 0$ , e quindi il meridiano origine è rappresentato dall'asse delle  $x$ .

Se si pone  $\varphi = \text{cost}$ , risulta  $U = \text{cost}$  e  $x = \text{cost}$  con che ai paralleli corrispondono su  $S'$  delle rette parallele all'asse delle  $y$ . Per  $\lambda = 0$  risultano  $U = 0$ ,  $x = 0$ . Dunque l'asse delle  $y$  rappresenta l'equatore.

Se  $S$  è una sfera, si deduce che  $\eta = 1/\cos \varphi$ , relazione che ci dice che, variando  $\varphi$  da  $0^\circ$  a  $90^\circ$ ,  $\eta$  varia da 1 all'infinito. Da quest'ultima osservazione si deduce che la rappresentazione studiata è adoperabile per regioni medie; essa cioè mal si presta alla descrizione delle regioni polari (nella navigazione la carta viene riconosciuta utile fino al  $72^\circ$  parallelo).

In Figura 4.6 è riportato, secondo la rappresentazione del *Mercatore*, il bacino occidentale del Mare Mediterraneo in scala 1:2.250.000.



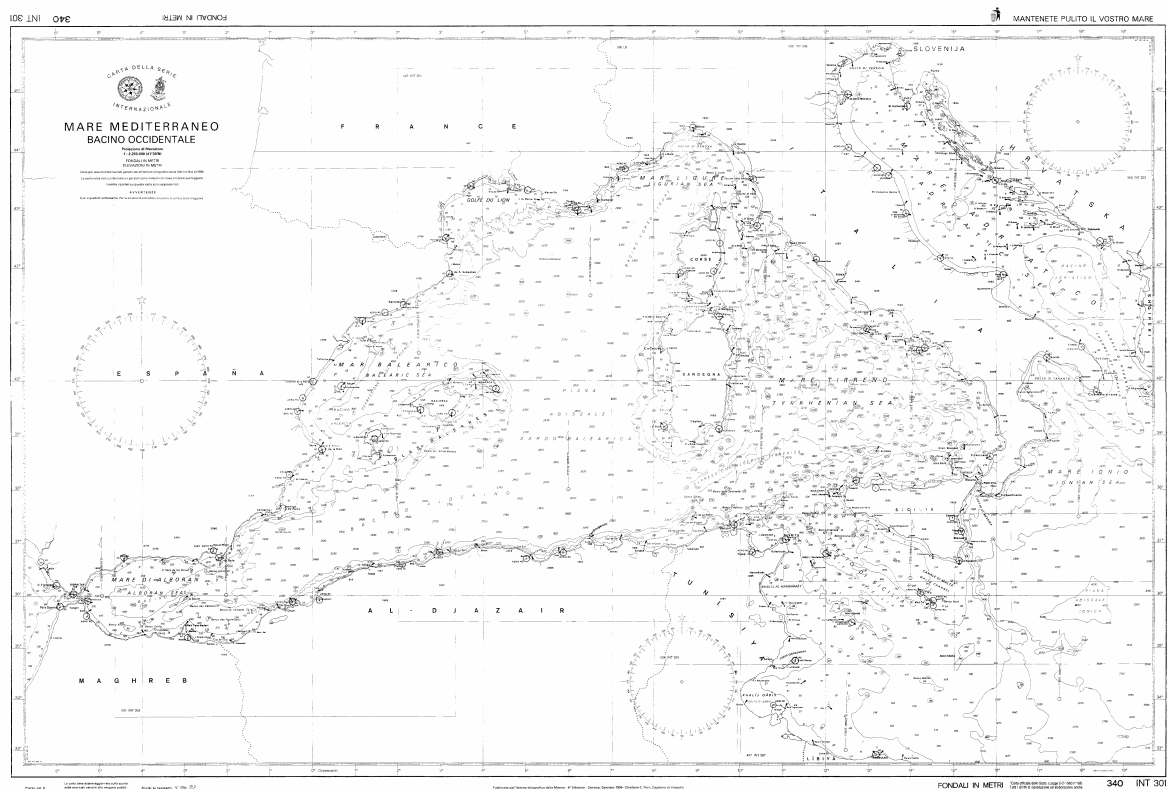


Figura 4.10. Bacino occidentale del Mare Mediterraneo Scala 1:2.250.000 (Carta Nautica pubblicata dall'Istituto Idrografico della Marina, Genova).

Infine, si ricorda che una “fotografia” dello stato dei litorali italiani dal punto di vista morfologico ed evolutivo è fornita, almeno per circa 2000km, dalle 60 mappe dell’Atlante delle spiagge italiane redatto dal CNR (1984) in scala 1:100.000. In Figura 4.7 si riporta un esempio di informazioni desumibile dall’Atlante delle spiagge.

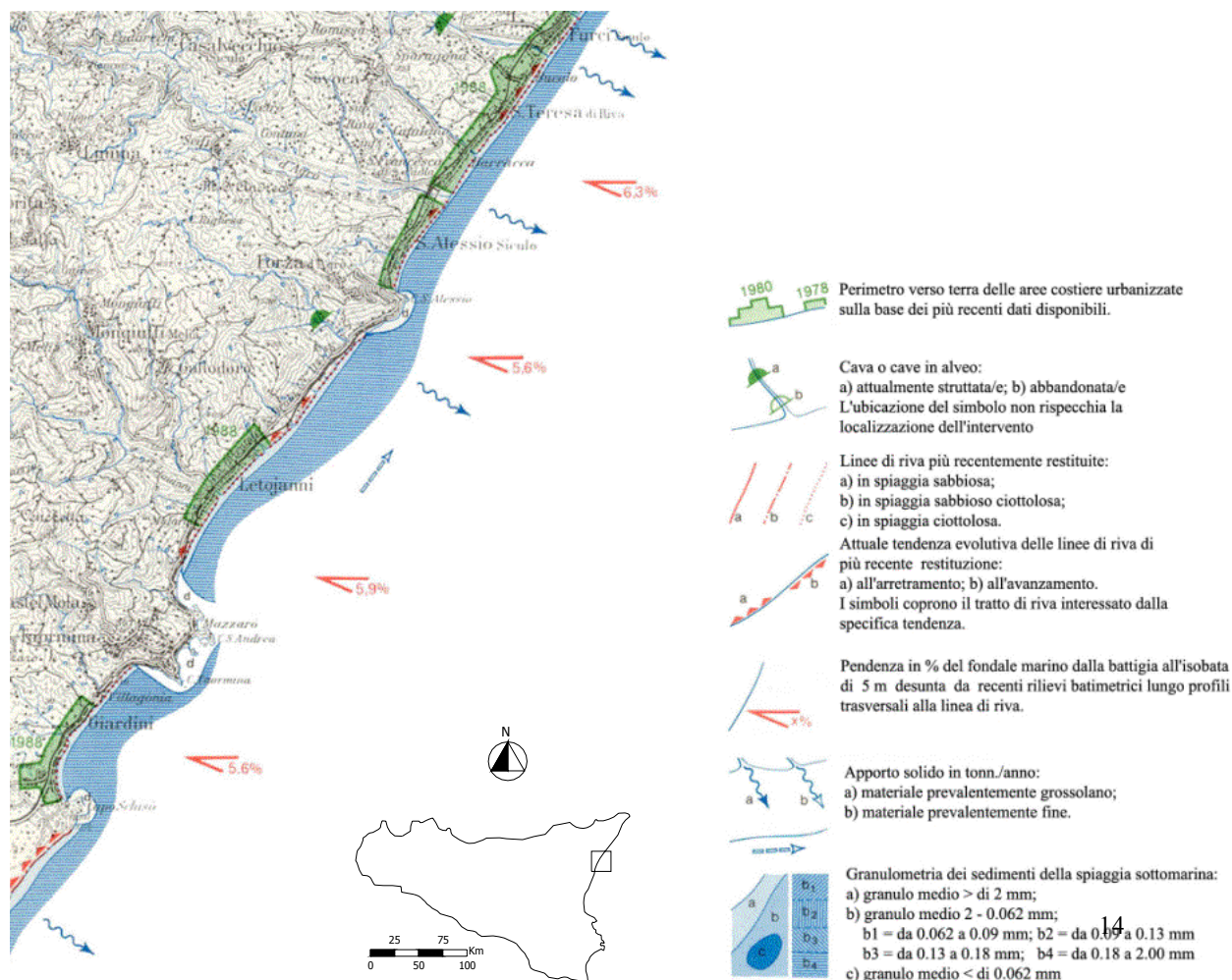


Figura 4.7. Esempio di informazioni desumibili dall'Atlante delle spiagge (estratto dal Foglio n. 262 Monte Etna).

#### 4.5. Rilievi del fondo

I rilievi batimetrici, che individuano il fondale dei mari in termini di profondità, vengono normalmente riferiti planimetricamente ed altimetricamente alla rete geodetica nazionale e comunque a capisaldi a terra. Usualmente si ritiene sufficiente un riferimento ai soli capisaldi locali.

La distanza fra i profili topografici è scelta in relazione allo scopo del rilievo, alla profondità e alla natura del fondale.

I profili vanno scelti in relazione alle finalità del rilievo; al fine di determinare il più esattamente possibile le linee batimetriche, la direzione dei profili deve risultare ortogonale alla direzione presunta delle batimetriche.

Per ottenere precisioni e veridicità elevate è comunque necessario effettuare delle campagne di rilevazione in mare con ecoscandaglio. Infatti per la costruzione di opere, il rilievo batimetrico dovrà essere dettagliato così da produrre carte in scala da 1:500 a 1:2000 o con denominatore inferiore.

Nelle Figure 4.8 e 4.9 vengono riportate le batimetrie relative ad un tratto di costa messinese (da Capo S. Andrea a Capo S. Alessio in Provincia di Messina) rispettivamente in 2D e 3D, utilizzate per uno studio sulla dinamica del litorale di Letojanni (Me).

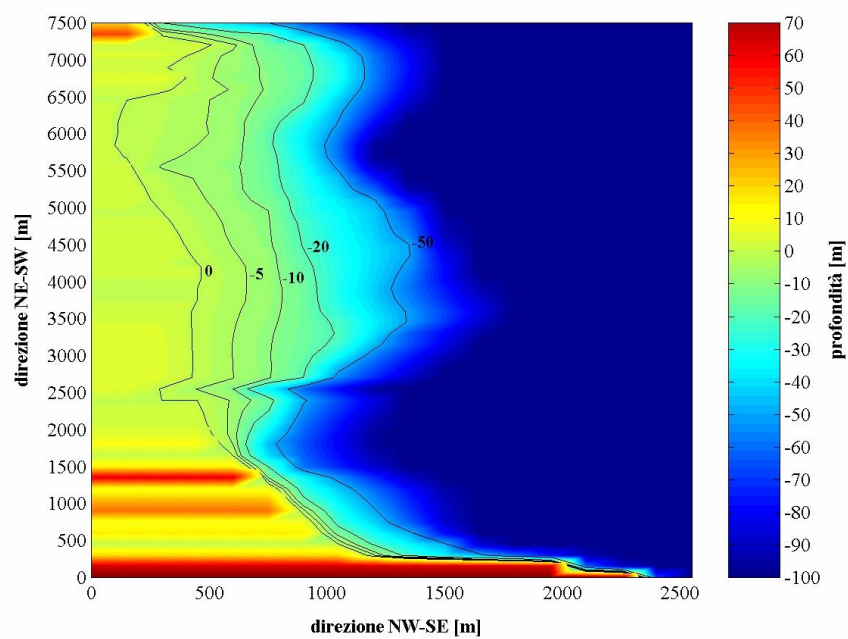


Figura 4.11. Andamento bidimensionale dei fondali di Letojanni (ME)

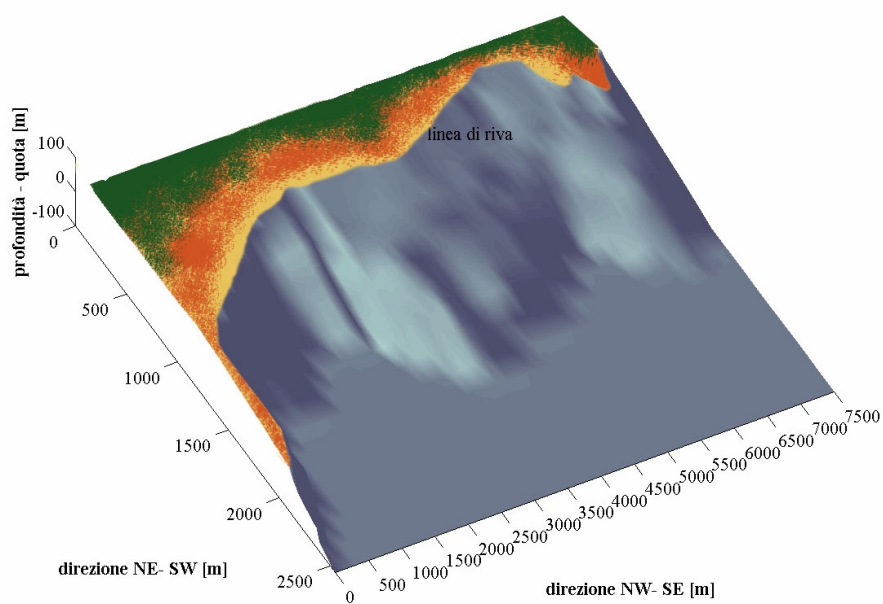


Figura 4.12. Andamento tridimensionale dei fondali di Letojanni (ME).