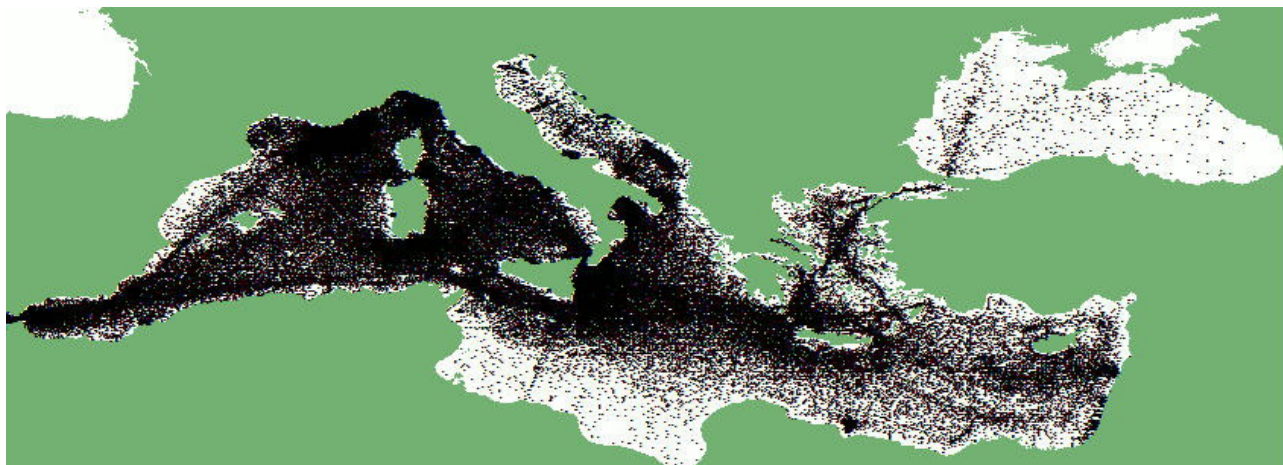


# ATLANTE CLIMATOLOGICO DEL MEDITERRANEO

Salvatore D'AMICO, Luca REPETTI

Istituto Idrografico della Marina - Centro di Oceanografia, passo dell'Osservatorio 4 - 16100 Genova,  
tel. 0102443260-372, fax 010261400, e-mail [iim.sre@marina.difesa.it](mailto:iim.sre@marina.difesa.it).



*Figura 1 - Copertura delle misurazioni effettuate.*

## Riassunto

Questo lavoro rappresenta il recupero e la valorizzazione dei dati idrologici acquisiti dalle Unità Navali e Idrografiche della Marina Militare Italiana, rappresentati graficamente come superfici di temperatura e salinità dopo opportuna trattazione statistica. Tali dati sono misure XBT (eXpendable BathyThermograph) e CTD (Conducibility Temperature and Depth) che ricoprono il Mar Mediterraneo e parte del Mar Nero, in un periodo compreso tra il 1950 e il 2003.

## Abstract

This work represents the retrieval and enhancement of hydrologic data, acquired by Italian Navy Ships, graphically represented as surfaces of temperature and salinity after proper statistic treatment. These data are XBT (eXpendable BathyThermograph) e CTD (Conducibility Temperature and Depth), measurements that cover the entire Mediterranean Sea and part of Black Sea since 1950 to 2003.

## Introduzione

Le proprietà chimico-fisiche dell'acqua di mare dipendono da pressione, temperatura e salinità. Proprio dalle variazioni, combinate o meno, di questi parametri dipendono molti aspetti di interesse oceanografico tra cui la formazione delle correnti termoaline, il profilo acustico della colonna d'acqua, il contenuto di clorofilla e di nutrienti, e altro ancora.

L'acquisizione e la valorizzazione di misure oceanografiche come quelle di temperatura e salinità sono quindi la base di partenza per modelli fortemente dipendenti da questi parametri, e in generale interessano tutto ciò che deve essere sviluppato in ambiente Mare.

Questo lavoro consiste nella presentazione di pure superfici orizzontali e profili verticali di temperatura e salinità del Mar Mediterraneo; le immagini mostrate, ottenute utilizzando unicamente il *database* dell'I.I.M., sono state scelte arbitrariamente e, compatibilmente alla fattibilità della produzione, sarà possibile ottenere *on-demand* le superfici desiderate.

## Metodologia

Per il trattamento dei dati è stato creato un software apposito in *visual basic*<sup>®</sup> 6.0 che permette di automatizzare e inglobare le operazioni di filtraggio statistico con la creazione delle mappe tematiche scelte. Tale software *ad hoc* permette di gestire: la validazione delle stazioni di misura, che per i criteri scelti non sono ritenute attendibili, la media statistica dei valori rimasti, l'interpolazione dei dati e l'esportazione in formato grafico elettronico *jpeg*.

## Criteri di validità delle misure

La validazione dei dati provenienti dalle stazioni di misura viene svolta in tre passaggi successivi.

1 - La prima scrematura viene operata all'interno delle 25 zone in cui è stato suddiviso il Mar Mediterraneo. Per ogni zona viene calcolata la media del valore di temperatura e salinità e vengono conservati quei punti i cui valori rientrano nel 15% della media.

2 - La seconda cernita è effettuata più dettagliatamente confrontando il valore del singolo dato con la media dei punti contenuti all'interno di un raggio dato. Il software consente di specificare sia il valore di tale raggio che la percentuale di scostamento ammessa affinché il punto sia ritenuto attendibile. Da una valutazione dei gradienti di temperatura è emerso che una coppia di valori pari a 50 km di raggio per la temperatura e 100 km per la salinità e uno scostamento della misura entro il 10% dalla media è sufficiente per eliminare quei punti palesemente anomali rispetto ai valori dei loro vicini. Questo ultimo processo viene iterato due volte per maggiore sicurezza.

3 - Sono inoltre eliminati quei punti che all'interno del raggio considerato non sono in numero ritenuto sufficiente (<5), per i quali una media avrebbe scarso significato statistico. Nei casi in cui una tale restrizione ha comportato un'eccessiva eliminazione di stazioni sono comunque state considerate valide le misure i cui gradienti rientrano nei limiti imposti dai criteri precedenti.

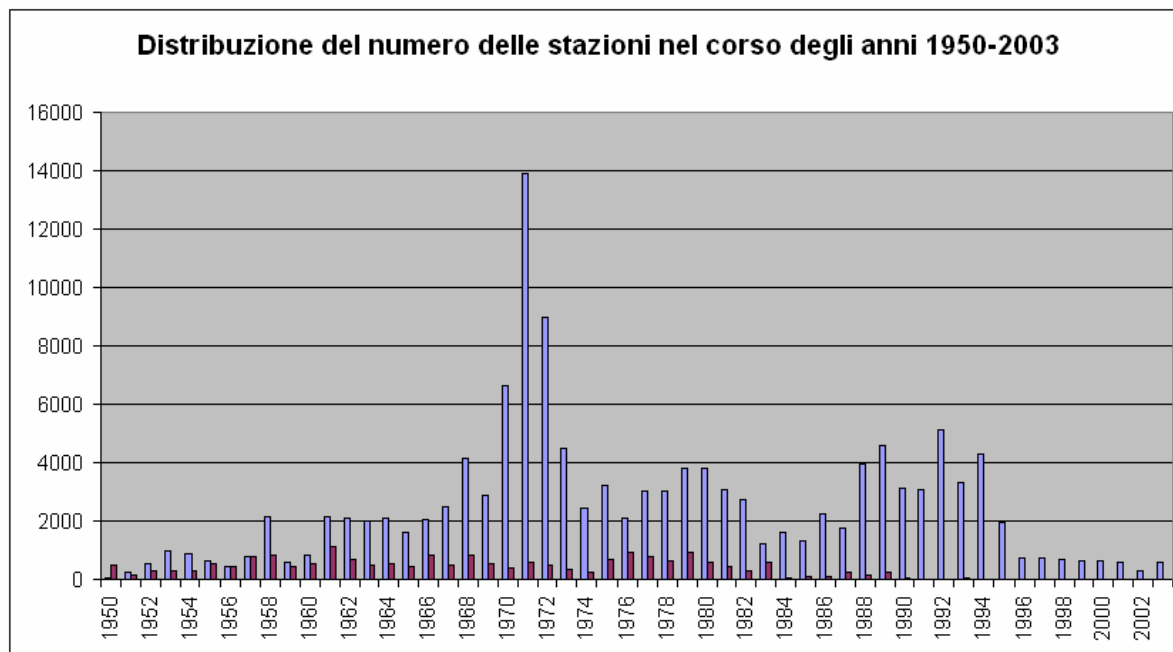
In pratica si è cercato di attuare un metodo che consentisse di analizzare criticamente i dati in nostro possesso tenendo però conto del loro prezioso valore storico, contenendo il più possibile la perdita dei dati nel processo di validazione.

Infine, con i dati validati, si è provveduto al calcolo delle medie sostituendo al valore del parametro considerato in un punto la media con i vicini entro il raggio imposto, utilizzando il criterio della media pesata con l'*IDW* (*inverse distance weighting*) con potenza pari a 0.5 e distanza di 50 Km. Sono state eseguite prove anche con una maschera a griglia fissa con nodi distanti 0.5°, sostituendo, per ogni cella, la media dei punti, il cui valore viene localizzato al centro della cella stessa. Si è notato che la perdita di stazioni di misura era controproducente per il processo di interpolazione. Quindi, per conservare una maggiore quantità di punti al fine di ottenere un'interpolazione migliore, è stato scelto il primo dei metodi sopra descritti. Un altro vantaggio nel seguire tale procedura è stata la possibilità di effettuare un processo di *smoothing* della superficie da interpolare, dal momento che l'operazione di calcolo della media contribuisce ad attenuare il valore del gradiente.

## I dati

Il numero delle stazioni di misura per la temperatura, inizialmente di poco oltre 136.000 unità, dopo il passaggio al filtro statistico così impostato, è risultato essere di circa 133.000, con una distribuzione annuale come da figura 2. Per la salinità, il numero di stazioni è poco meno di 23.000. Sebbene la copertura sia dell'intero Mar Mediterraneo (figura 1) la reale distribuzione dei dati, spaziale e temporale, non è uniforme: si hanno pochi dati e mal distribuiti in alcuni periodi,

principalmente lungo il decennio 1950-1960, insieme a distribuzioni soddisfacenti per quanto riguarda la densità di punti, soprattutto nei periodi 1968-1982 e 1988-1994.



*Figura 2 – Distribuzione temporale delle misure di temperatura (lilla) e di salinità (amaranto) effettuate.*

Questa disomogeneità crea non pochi problemi in fase di elaborazione statistica e di interpolazione dei dati perché, non potendo disporre della medesima quantità di dati nei vari anni e per le stesse zone, gli anni in cui è stato effettuato un numero maggiore di misure avrebbero un peso maggiore rispetto gli anni con minori misurazioni, falsando le medie finali. Per ovviare a questo problema, nel calcolo delle medie, sia nel caso della validazione dei dati sia nel calcolo delle medie vere e proprie, si è provveduto a pesare ogni misura dividendola per il numero di misure appartenenti allo stesso anno e presenti nel raggio scelto. In questo modo anni con densità maggiore di punti rispetto ad altri non hanno prevalso, con la conseguenza di non alterare la media finale.

### **Contenuto dell'atlante**

Le mappe ed i grafici contenuti nell'atlante si possono riassumere nel seguente schema:

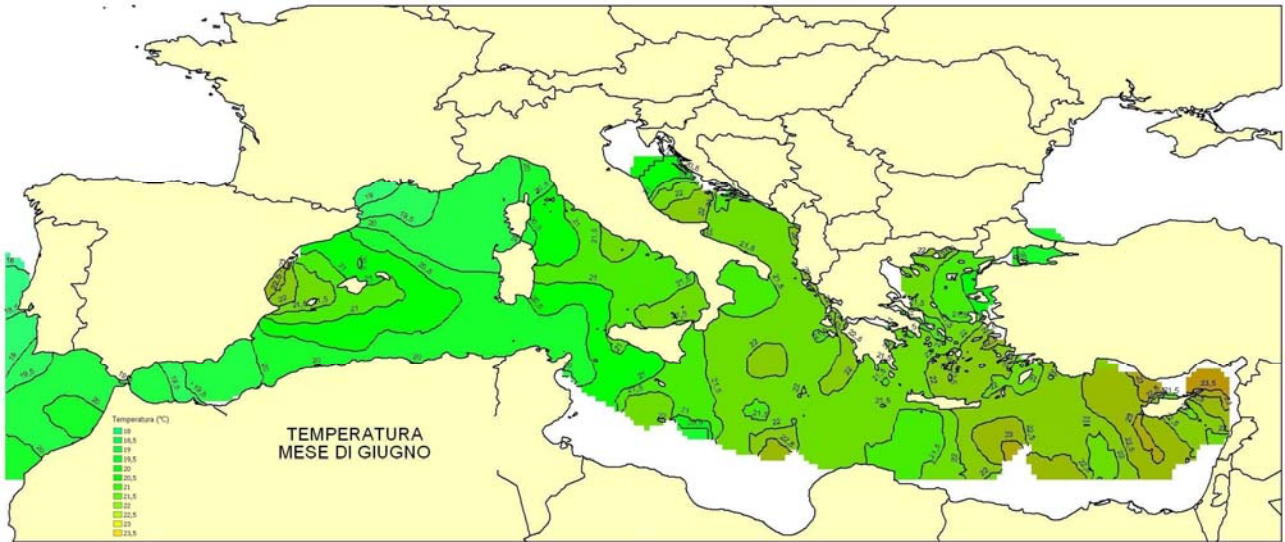
- Mappe di temperatura e salinità del Mediterraneo per ogni mese dell'anno
- Grafici di profili verticali di temperatura e salinità e diagrammi TS delle 25 zone in cui è stato suddiviso il Mediterraneo e per ogni mese dell'anno
- Sezioni degli stretti e dei canali (Stretti di Gibilterra, Sicilia e Messina, Canali di Sardegna e d'Otranto)

Va precisato che, trattandosi di materiale storico, in alcuni casi possono esservi delle zone con dati scarsi o assenti, o comunque non rappresentativi della situazione attuale.

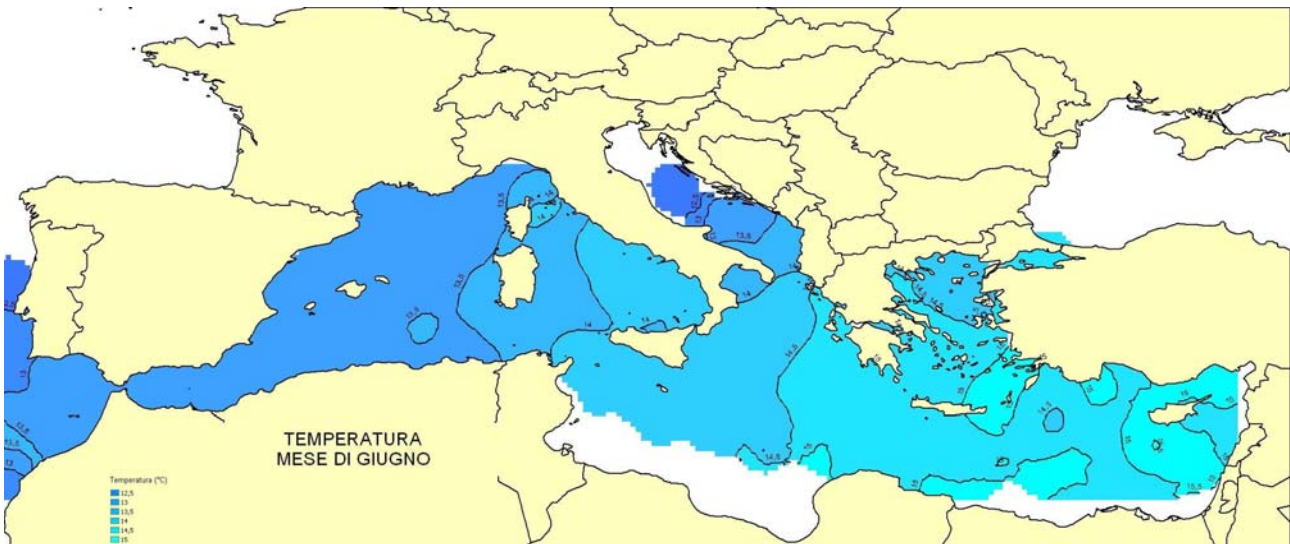
### **Esempi di mappe riproducibili**

I risultati sono rappresentati da esempi di mappe tematiche riproducibili. Le mappe scelte sono le superfici di temperatura e salinità in superficie e a 200 metri dell'intero Mar Mediterraneo nel mese

di giugno, il profilo verticale di temperatura dello Stretto di Messina e la curva termoclina media del Mar Ionio medio-occidentale nel mese di agosto.



*Figura 3 – Temperatura media superficiale nel mese di giugno.*



*Figura 4 – Temperatura media ai 200 metri nel mese di giugno.*

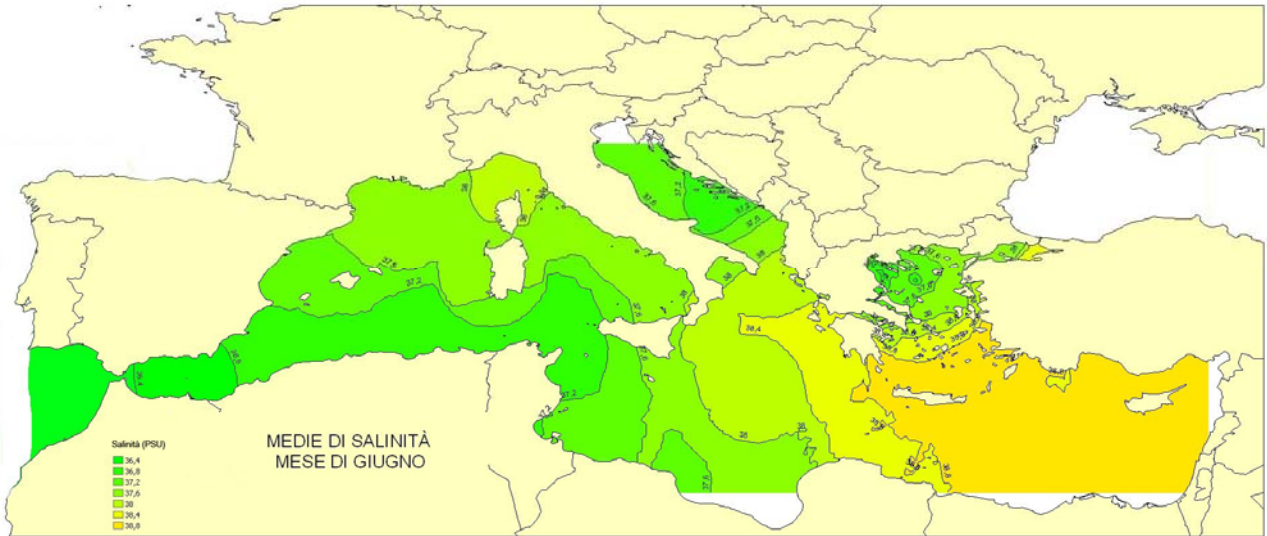


Figura 5 – Salinità media superficiale nel mese di giugno.

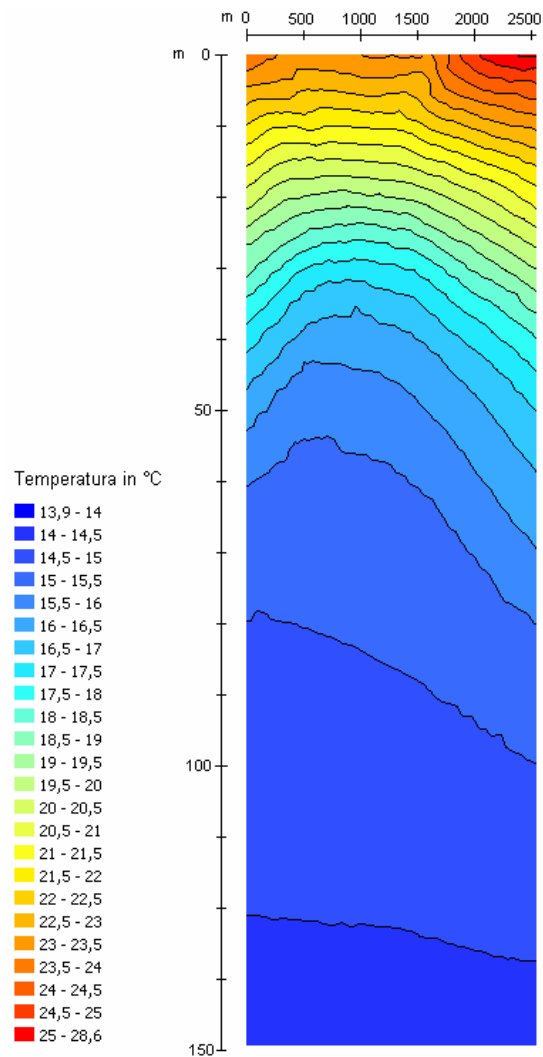


Figura 6 – Profilo di Temperatura del Mar Ionio medio-occidentale nel mese di agosto.

## MESE DI LUGLIO

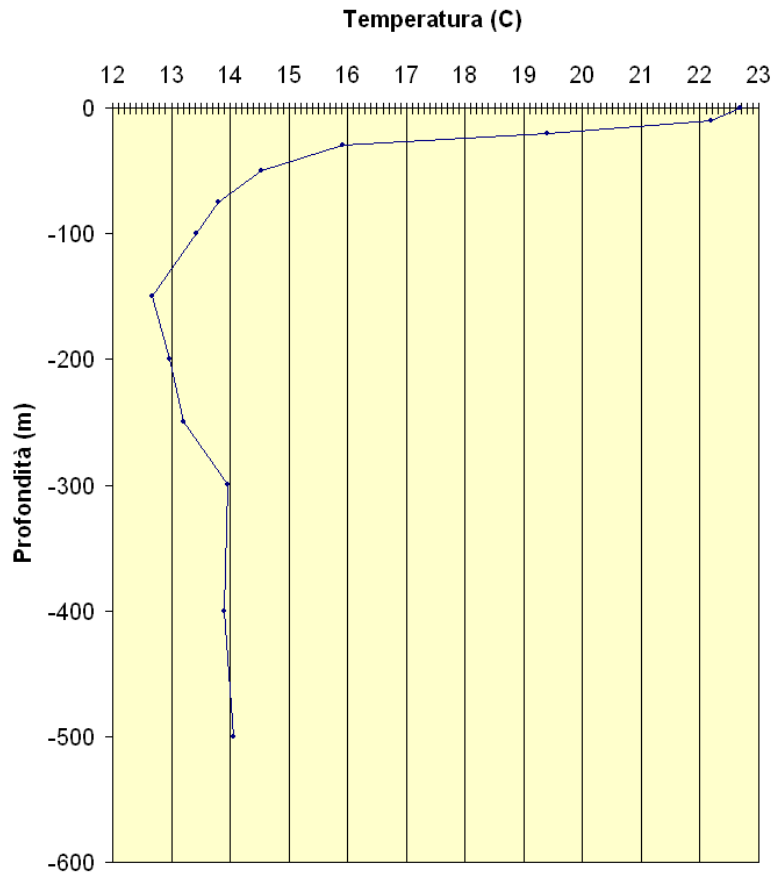


Figura 7 – Profilo verticale di temperatura dello Stretto di Messina.

### Sviluppi futuri

Potendo far affidamento su una copertura orizzontale del Mar Mediterraneo praticamente totale e a dei criteri di filtraggio statistico rigidi a beneficio dell'onestà del lavoro presentato, l'Istituto Idrografico della Marina si propone nel prossimo futuro oltre alla pubblicazione del volume *Atlante Climatologico del Mar Mediterraneo*, anche l'interpretazione dei risultati ottenuti tra cui, di particolare interesse, lo studio dell'evoluzione della temperatura del nostro Mare.

### Bibliografia

ENEA (1990), *Climatological Atlas of the Western Mediterranean*, edito da ENEA  
Pickard G.L., Pond S. (1978), *Introductory Dynamical Oceanography*, 5-9, 163-171  
Neumann G., Pierson W.J. Jr. (1966), *Principles of Physical Oceanography*, 36-53