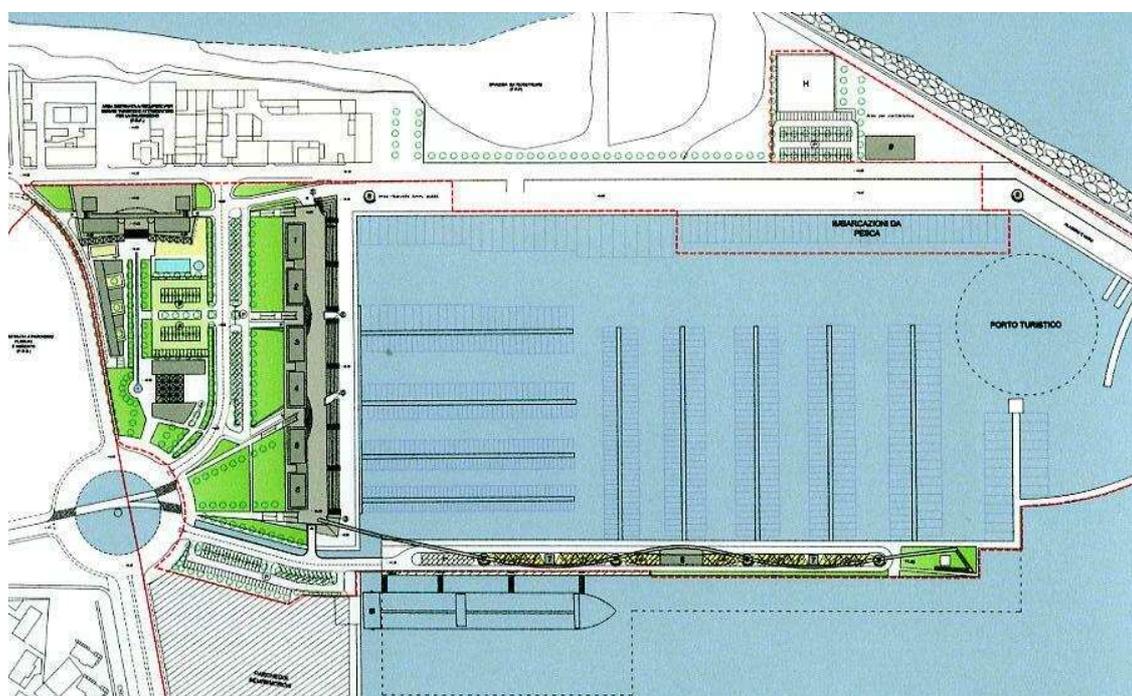




CITTA' DI TERMINI IMERESE
Provincia di Palermo

Ufficio Tecnico Comunale

PROGETTO PRELIMINARE DEL PORTO TURISTICO



A.2 RELAZIONE TECNICA

Progetto a cura dell'arch. Rosario Nicchitta
Consulenti esterni:

Ing. Marco Antonio Rizzo
Arch. Nicola Mendolia
Dott. Antonio Verona

p. il gruppo di progettazione
arch. Rosario Nicchitta

IL R.U.P.
Ing. Giuseppe Battaglia

IL SINDACO
(Enzo Giunta)

1. Premessa

La presente relazione si basa sugli studi preparatori del Piano Regolatore del Porto redatto dagli Ingegneri E. Ciralli, F. Grimaldi e P. Viola per conto del Comune di Termini Imerese, nonché sullo studio idraulico marittimo eseguito dall'ing. G. Mallandrino nell'ambito dell'incarico relativo all'aggiornamento del piano del porto di Termini Imerese ed alla progettazione delle relative opere conferito dal Consorzio A.S.I.

2. Inquadramento geografico del paraggio

Il territorio del Comune di Termini Imerese si estende per uno sviluppo complessivo di quasi 14 km lungo la fascia costiera settentrionale dell'isola.

Il territorio di Termini Imerese è posto al confine di due regioni orografiche ben riconoscibili. Ad Est del fiume Torto si sviluppa la fascia subappenninica del gruppo delle Madonie. Mentre ad ovest, con il monte S.Calogero nasce la regione orografica della Sicilia Occidentale.

L'assetto idrografico superficiale è caratterizzato dalla presenza di tre corsi d'acqua principali: i fiumi S.Leonardo, interessato dalla realizzazione di una diga in prossimità del confine con il comune di Caccamo, Torto e Imera, che delimita l'estremità orientale del territorio comunale, e da una serie di incisioni secondarie quali il Barratina, il Tre Pietre, il Burgio.

Nel complesso tutti i corsi d'acqua, sia a carattere fluviale che torrentizio, hanno portate modeste, strettamente legate alle precipitazioni meteoriche.

3. Settore di traversia

La figura riportata di seguito mostra il settore di traversia geografico del paraggio di Termini Imerese, dalla quale emerge come lo stesso presenti *fetches* elevati dal I e soprattutto dal IV quadrante.



In particolare il porto di Termini Imerese è rivolto verso N-NE e risulta quindi protetto dai mari provenienti dai settori che vanno da O-NO a E, con un settore di traversia geografico (praticamente coincidente con quello principale) che va da 300°N (Capo Zafferano) a 90°N (Capo Cefalù).

4. Individuazione dei fetches geografici ed efficaci

In allegato si riportano le figure relative rispettivamente alle distanze di mare libero ed ai fetches efficaci a Termini Imerese.

5. Anemologia

5.1 Considerazioni generali

La massa d'aria a contatto con la superficie del mare non è mai caratterizzata né da una distribuzione uniforme della pressione né da una velocità costante.

L'atmosfera è cioè sede di un serie discontinua di raffiche seguite da intervalli di calma con distribuzione assolutamente casuale, che porta alla formazione di un insieme estremamente disordinato di vortici le cui dimensioni planimetriche possono variare da qualche centimetro alle centinaia di metri.

Tali vortici traslano, inoltre, ad una velocità, detta velocità convettiva, che varia con le dimensioni dei vortici nel senso che i più piccoli si muovono con la velocità che compete al vento in corrispondenza della superficie del mare, mentre le più grandi traslano alla velocità del vento a qualche metro di altezza, notoriamente maggiore.

La vita media di tali vortici è di pochi minuti, nel loro moto assolutamente casuale vengono, infatti, a contatto fra loro, così che alcuni si distruggono mentre, di nuovi se ne formano a quote sempre differenti.

Al centro dell'area di generazione si ha, quindi, una situazione estremamente confusa e le onde si propagano in diverse direzioni. Ma quando ci si allontana dal centro si comincia a manifestare una direzione di propagazione predominante.

All'esterno della zona di generazione il problema si presenta più semplice per la mancanza di fenomeni impulsivi.

Si avrà, pertanto, una sovrapposizione di fluttuazioni sinusoidali di pressione di ampiezza diversa e fra loro sfasate cui fanno seguito, secondo un meccanismo cosiddetto di risonanza, dei treni d'onda, anch'essi rappresentabili tramite uno spettro. Le entità delle depressioni prodotte dai vortici non sono mai molto grandi, anche se le onde che ne nascono possono avere dimensioni notevoli.

Le onde prodotte si propagheranno ad una celerità dipendente oltre che dalla lunghezza d'onda anche dalla profondità dell'acqua, almeno nella generalità dei casi.

Se la distribuzione di pressione connessa all'esistenza dei vortici ha una frequenza che, almeno per taluni periodi di tempo, si trova in concordanza di fase con le corrispondenti onde, si genera un fenomeno di risonanza che tende a trasferire sempre nuove energie dal vento al mare e ad esaltare le intumescenze.

Sono quindi proprio tali variazioni di pressione sopra la superficie del mare la causa principale dell'ingrossarsi di gruppi di onde che risultano variabili in un campo piuttosto

ampio sia con riferimento al numero sia alla frequenza non solo in un punto al trascorrere del tempo, ma in uno stesso istante da punto a punto.

A questo fa seguito una seconda fase responsabile del maggiore accrescimento del mare; l'aumento delle dimensioni delle onde di gravità, infatti, è in massima parte concentrato in tale seconda fase, la principale, che dura finché le onde non divengono così alte da non potersi più trascurare gli effetti non lineari.

Dal punto di vista qualitativo è possibile affermare che, mentre l'onda cresce, la media dei quadrati delle altezze d'onda è direttamente proporzionale al tempo misurato a partire dall'istante in cui il vento ha iniziato a soffiare (durata).

Il problema si presenta particolarmente complesso poiché le fluttuazioni di pressione sono di due tipi; il primo dovuto alla turbolenza propria dei vortici, è la causa di un trasferimento energetico in un campo piuttosto vasto di altezze, mentre il secondo, dovuto all'irregolarità che le onde stesse portano nel flusso d'aria sovrastante, ha un'azione selettiva di modo che certe componenti crescano con maggior rapidità.

Il problema della generazione delle onde sulla superficie del mare da parte del vento si presenta, quindi, come uno dei più complessi e delicati dell'Idraulica Marittima.

Il vento, come peraltro tutti gli eventi meteorologici, rappresenta la sintesi di una serie così grande di cause governate da leggi poco note, da indurre a considerarlo come un fenomeno stocastico.

Gli eventi si ipotizzano, allora, come indipendenti e, quindi, elaborabili con i metodi suggeriti dal calcolo delle probabilità; anche se tali criteri sono, a rigore, utilizzabili solo per farsi un'idea della regolarità della distribuzione di un gruppo di osservazione.

Il fenomeno ventoso, infatti, si manifesta in termini così complessi non solo da non poter pervenire alla definizione dei campi nei quali si manifestano le variazioni, ma neppure di potere valutare l'interdipendenza degli eventi.

I metodi del calcolo probabilistico applicati agli eventi anemologici dovrebbero, in linea di principio, limitarsi a verificare la distribuzione degli eventi storici, se con procedimenti idonei non fosse possibile passare dalla distribuzione delle frequenze di una serie storica alla distribuzione probabile di periodi più lunghi di quello originario.

L'obiettivo posto può essere raggiunto attraverso la ricerca di uno schema teorico di probabilità che possa rappresentare la distribuzione della serie storica.

5.2 Condizione anemologica locale

L'analisi dei fattori climatici, con particolare riferimento ai venti, come visto, è necessaria al fine della corretta valutazione della rispondenza della struttura marittima alle

esigenze a cui è destinata. Sia negli studi preparatori del P.R.P., sia nello studio A.S.I., non esistendo stazioni site nel Comune di Termini Imerese, si è effettuata la raccolta, l'elaborazione e l'analisi di dati relative alle stazioni meteorologiche limitrofe con particolare riferimento a quella di Ustica, con serie storiche che coprono il periodo 1951-1978.

In allegato si riportano le elaborazioni grafiche sui dati, condotte dall'Istituto Idrografico della Marina Militare relativamente alle stazioni di Ustica e Capo Gallo, che mostrano per le direzioni principali della rosa dei venti le frequenze medie in percentuale dedotte sulla base di tre osservazioni giornaliere; per ogni direzione è possibile leggere la distribuzione delle occorrenze in classi di forza del vento, secondo la scala Beaufort. Inoltre si riportano sia le elaborazioni condotte nell'ambito degli Studi preparatori del P.R.P. per la stazione di Ustica, mostranti : le occorrenze di vento osservate divise per direzione e classi di intensità, le occorrenze di vento totali osservate in ciascuna direzione e le occorrenze di vento per settori ampi 45°, i quali hanno come bisettrice le direzioni principali della rosa dei venti; sia i diagrammi relativi alle frequenze relative di apparizione nell'anno degli eventi d'intensità compresa rispettivamente tra 0 e 30 nodi, 31 e 40 nodi e tra 41 e 50 nodi.

In conclusione si rileva che anno al mattino i venti più frequenti (venti regnanti) sono da Ovest seguiti dai venti da Est, inoltre si nota che i venti con intensità maggiore provengono più frequentemente da Ovest e Sud/Ovest. Invece le registrazioni del vento al suolo alle ore 16 evidenziano che i venti più frequenti per anno sono da Nord seguiti dai venti di Nord/Ovest ed Est, e che i venti con maggiore intensità provengono da Ovest seguiti dai venti provenienti da Sud/Ovest. In primavera ed estate, i venti più frequenti sono da Est e da Ovest. Le calme sono 61,2 gg/anno, con maggiore frequenza al mattino e in particolare in estate ed autunno.

6. Clima del moto ondoso sulle coste termitane

Gli studi preparatori del P.R.P. rimandano, in questo caso, alle osservazioni effettuate ed elaborate dall'Istituto Idrografico della Marina, sulla base dei rilevamenti effettuati a stima nelle stazioni semaforiche di Capo Gallo e Ustica della Marina Militare, in periodi medi di 18 anni; riportando due tabelle, in allegato alla presente, relative al massimo mare e alle massime durate.

La prima di dette tabelle fornisce, per ognuno dei mesi dell'anno, il massimo grado di agitazione del mare rilevato nel numero di anni complessivo esaminato per la relativa stazione; sempre per ciascun mese la tabella precisa in quanti giorni, non

necessariamente consecutivi, quelle condizioni di mare sono state osservate, nonché la direzione di provenienza del moto ondoso che, nella fattispecie, è stata generalmente considerata identica a quella prevalente del vento ad esso concomitante.

La seconda tabella fornisce, in ordine decrescente e per lo stesso arco di tempo sopra accennato, la durata massima approssimativa delle principali mareggiate; la durata, in ore, è stata stimata tenendo presenti anche i dati del vento e del mare immediatamente precedenti e successivi a quelli delle osservazioni segnalanti le mareggiate stesse; la tabella precisa il mese dell'evento, il grado medio di agitazione del mare durante ognuna delle mareggiate menzionate e la direzione media di provenienza delle onde, che, anche in questo caso, è stata generalmente considerata identica alla concomitante direzione prevalente del vento.

Sono, inoltre, riportati in due grafici, costruiti in base alle otto direzioni principali della rosa dei venti, i dati relativi alle direzioni di provenienza delle burrasche di vento e alle direzioni di provenienza delle mareggiate, inoltre, in relazione al numero medio annuo delle osservazioni, tradotto in percentuale, si segnala per ciascuna direzione la frequenza di burrasche registrate; analogamente per il mare è riportata la frequenza di mareggiate verificatesi complessivamente per ciascuna direzione, tradotto anch'esso in percentuale, nel numero totale degli anni esaminato per la relativa stazione.

Dall'esame delle predette elaborazioni, per ciò che attiene la stazione di Ustica, si rileva che il mare Forza 8 si ha nei periodi invernali con una frequenza mensile di un giorno al mese, che le mareggiate (6-8) provengono dal IV quadrante e che le burrasche (7-12) provengono dal III quadrante. Mentre per la stazione di Capo Gallo, si nota che anche in questo caso il mare Forza 8 si ha nei periodi invernali, ma con una frequenza di 7 giorni al mese per il mese di gennaio, che le mareggiate (6-8) provengono dal settore che va Sud/Ovest a Nord/Ovest e che le burrasche (7-12) provengono dal III quadrante.

7. Il moto ondoso

In merito alle elaborazioni eseguite nell'ambito degli studi citati in premessa circa la definizione del clima ondoso al largo del porto di Termini Imerese, il trasferimento sottocosta delle condizioni ondose di riferimento e la definizione del clima ondoso in prossimità del porto e la valutazione degli eventi estremi, per diversi periodi di ritorno, al largo e sottocosta, essi hanno seguito diverse metodologie. Gli studi preparatori del P.R.P. hanno fatto riferimento alle osservazioni dirette del moto ondoso disponibili e soprattutto ai risultati del modello di valutazione del moto ondoso dell'European Wave Model del Met. Office inglese. Lo Studio idraulico marittimo eseguito dall'ing. G. Mallandrino utilizza, per la

valutazione del moto ondoso al largo, metodi indiretti di hindcasting basati sui dati anemometrici. Solo nel caso della valutazione del moto ondoso locale, generato in prossimità del porto dal vento proveniente da terra, le due metodologie hanno coinciso.

7.1 Il moto ondoso al largo

Non esistendo un ondometro della Rete Ondametrica Nazionale (RON) collocato in posizione significativa e non disponendo di serie significative di dati rilevati direttamente da altri ondometri, per la definizione del clima ondoso al largo di Termini Imerese, gli studi preparatori hanno fatto riferimento ai dati di moto ondoso del centro metereologico inglese UKMO (United Kingdom Metereological Office, nel seguito Met. Office) di Bracknell ed, in seconda battuta, a quelli del Regio Istituto Meteorologico Olandese (KNMI), frutto i primi di modellazioni matematiche ed i secondi di osservazioni visive dirette, effettuate da navi selezionate in transito nella zona.

Rimandando per le rispettive metodologie agli allegati al P.R.P., in questa sede si riferisce che i dati Met. Office sono stati elaborati per tutti i settori direzionali, di 30° di ampiezza, compresi tra le direzioni 300°N e 90°N. Le direzioni estreme 300°N e 90°N sono particolarmente importanti per la definizione del clima sottocosta, vista la rotazione verso la normale alla costa che subiscono le onde provenienti da queste direzioni che si disporranno quindi anch'esse, in prossimità del porto, nei settori interni al campo 300° - 90°N. Dalla loro osservazione si è evidenziato che il moto ondoso regnante e dominante provengono dal settore 300°N, con onde che hanno raggiunto la massima altezza di 6,1 m nei 10 anni del periodo di osservazione e che gli altri settori rilevanti sono, in ordine di importanza, il 330°N e lo 0°N;

In merito alle elaborazioni statistiche derivate dai dati KNMI, sempre per i soli settori che vanno da 300°N a 90°N, si è evidenziato che il moto ondoso regnante è quello proveniente dal settore 300°N ed è lo stesso evidenziato dai dati Met. Office, con frequenze di occorrenza però alquanto inferiori. Si hanno invece maggiori frequenze di occorrenza dal settore 330°N rispetto ai dati Met. Office mentre risultano poco dissimili le frequenze nei settori da 0°N a 90°N e che gli eventi di maggiore intensità non sono identificabili perché accorpati dal KNMI in una unica voce (altezze d'onda superiori a 3,5 metri) la cui probabilità di superamento appare però sensibilmente inferiore a quella desunta dai dati Met. Office. In conclusione, in via cautelativa, si è fatto riferimento per le successive elaborazioni ai dati Met. Office.

I risultati ottenuti dalla elaborazione dei dati Met. Office sono stati confrontati con quelli presentati nello studio idraulico marittimo eseguito dall'ing. G. Mallandrino per

quanto riguarda la valutazione degli eventi estremi al largo e sottocosta, in prossimità del porto, di cui nel seguito.

Al largo, le altezze delle onde significative valutate in base ai dati Met. Office sono sensibilmente superiori a quelle indicate nel suddetto studio per periodi di ritorno di 10 anni (7,5 m anziché 6,0 m) e praticamente coincidenti per periodi di ritorno di 50 anni (9,0÷9,3 m) mentre risulta alquanto diversa – in entrambi i casi – la direzione di provenienza delle mareggiate: Nord Ovest in base ai dati Met. Office, Nord per lo studio del 1981.

Sottocosta, le differenze tra le direzioni di provenienza si attenuano fino a pressoché scomparire, e le altezze d'onda, tenuto conto dei fenomeni di frangimento, risultano anch'esse sostanzialmente simili pur essendo quelle valutate nel presente studio sempre leggermente più cautelative (6,8 m anziché 6,25 m per $T_R = 10$ anni ed 8,2 m anziché 7,8 m l'altezza d'onda significativa – limitata dal fondale – per $T_R = 50$ anni).

In conclusione le valutazioni eseguite a partire dai dati Met. Office, che conducono a risultati di norma più cautelativi, sono stati poi elaborati al fine di pervenire alla definizione degli eventi estremi al largo.

T_R [anni]	Dir. 300 °N		Dir. 330 °N		Dir. 0 °N		Dir. 30 °N		Dir. 60 °N		Dir. 90 °N	
	H_S (m)	T_p (s)										
1	5,4	11,3	3,5	9,1	3,6	9,2	3,2	8,7	2,7	8,0	2,3	7,4
5	6,9	12,7	4,8	10,6	5,0	10,8	4,4	10,2	3,7	9,3	3,2	8,7
10	7,5	13,3	5,3	11,2	5,6	11,5	4,9	10,7	4,2	9,9	3,5	9,1
50	9,0	14,6	6,5	12,4	6,9	12,7	6,2	12,1	5,2	11,1	4,4	10,2

7.2 Il moto ondoso sottocosta e gli eventi estremi

I fronti d'onda, com'è noto, subiscono, mano a mano che si approssima alla linea di riva, una rotazione progressiva; poiché i punti di uno stesso fronte sono animati da celerità tanto maggiori quanto più basse sono le profondità su cui il fronte evolve.

Nella rifrazione si individuano due aspetti tipici: il primo, di carattere cinematico, è connesso alla diminuzione delle lunghezze d'onda; il secondo, di natura energetica, comporta una variazione di altezza d'onda. Il rapporto fra quest'ultima grandezza e la precedente (ripidità) tende a crescere, com'è noto, al diminuire dei fondali: è quindi inevitabile che venga raggiunta la ripidità limite in corrispondenza della quale si verifica il frangimento dell'onda.

Nel caso in esame, come già detto, i risultati dei due studi citati in premessa praticamente coincidono, evidenziando che le onde di altezza maggiore subiscono una sostanziale riduzione, con una redistribuzione delle onde più grandi verso le direzioni più prossime alla normale alla costa, ed una conseguente perdita di componente energetica da parte dei settori marginali di 300°N e 90°N.

In particolare gli studi preparatori forniscono la seguente tabella degli eventi estremi:

T _R [anni]	Dir. 330 °N		Dir. 0 °N		Dir. 30 °N		Dir. 60 °N	
	H _S (m)	T _p (s)						
1	4,9	10,7	4,4	10,2	3,0	8,4	2,9	8,2
5	6,3	12,1	6,0	11,9	3,8	9,5	3,8	9,5
10	6,8	12,7	6,7	12,5	4,2	9,9	4,3	10,0
50	8,2	13,9	8,2	13,9	5,0	10,8	5,5	11,1

Gli studi preparatori, inoltre, offrono l'esame delle caratteristiche di moto ondoso locale generato da venti di terra (scirocco) nel porto di Termini Imerese, considerando venti molto intensi (50 nodi), provenienti da sud e da sud-est (115°N; 135°N), spiranti per una durata illimitata su fetches rispettivamente di 7.500 e 2.200 metri.

Come prevedibile la lunghezza dei fetches risulta il fattore limitante per la formazione del moto ondoso entro gli specchi portuali ed in prossimità della imboccatura.

I risultati evidenziano che con direzione 115° N si ha un'altezza pari a 1,1 m con periodo di 2,6 sec, e con direzione 135°N un'altezza pari a 0,6 m e periodo di 3,5 sec.

8. Correnti costiere dovute alla circolazione generale

In allegato si riportano le "carte delle correnti superficiali" relative al bacino Mediterraneo tratte dall'Atlante delle correnti superficiali dei mari Italiani redatto dall'Istituto Idrografico della Marina, da cui si evince sia che la circolazione superficiale dominante è da Ovest verso Est sia la modesta entità delle correnti litoranee.

9. Dinamica litoranea e eventuali fenomeni di insabbiamento della imboccatura portuale

Nell'ambito degli Studi preparatori del P.R.P. è stato condotto uno studio relativo al tratto di costa influenzato dalle strutture portuali di Termini Imerese, il quale si inserisce nell'unità fisiografica delimitata da Capo Zafferano a da Capo Plaia.

Da tale studio si evince che su detta unità fisiografica, nella quale sono presenti litorali sia sabbiosi, con maggiore presenza di quest'ultimi, che ghiaiosi, che coesi, si innestano gli efflussi di diverse aste fluviali e torrentizie, tra i quali il Fiume Milicia, il Torrente S. Michele, il Fiume S. Leonardo, il Fiume Torto, il Fiume Grande, o Imera Settentrionale ed il Torrente Roccella. Tra questi rileva particolare importanza, ai fini dell'apporto solido relativamente al sito portuale, la presenza dei fiumi S. Leonardo e Torto.

Relativamente al primo dei due fiumi citati, va rimarcata l'esistenza dello sbarramento costituito dalla diga Rosamarina, la quale azzerava quasi del tutto l'emissione solida in mare di detto fiume, provocando un disequilibrio del trasporto solido litorale con conseguente erosione della riva.

La situazione attuale, pertanto, alla luce della pressochè totale regimentazione dei corsi d'acqua, insieme alla elevata antropizzazione del territorio ha creato le condizioni per l'erosione di ampi tratti delle coste in interesse.

Quanto sopra ha, inoltre, comportato il sostanziale annullamento dei preesistenti fenomeni di interrimento dell'imbocco del bacino portuale. Si può, pertanto, ritenere sia che le attuali strutture foranee del porto non possano influire negativamente sulle situazioni in atto, seppur non sussistendo una fase di equilibrio per cause non attinenti la presenza del Porto, sia che il sito portuale non sarà più soggetto ai fenomeni di interrimento che lo hanno interessato negli anni scorsi.

Va, infine, rilevata, a rimarcare quanto detto, la presenza, in adiacenza al porto, di una scogliera a protezione della strada di collegamento tra il porto e la zona industriale, che allo stato attuale svolge una funzione di una trappola per sabbia.

10. Agitazione interna portuale

Per uno studio particolareggiato del fenomeno di interazione fra moto ondoso e le strutture in progetto non può prescindere da un'attenta analisi quantitativa dei fenomeni della diffrazione e della riflessione.

Col nome di diffrazione si indica l'insieme fenomenologico conseguente alla propagazione delle onde in base a leggi che non seguono quelle della propagazione rettilinea nei mezzi omogenei, secondo i dettami dell'ottica geometrica.

Occorre precisare che il fenomeno della diffrazione si manifesta in modo sensibilmente apprezzabile solo se le onde incontrano un ostacolo capace di limitare l'estensione utile dei fronti a dimensioni dell'ordine della lunghezza dell'onda.

Ciò comporta che il flusso energetico connesso ad un treno d'onde subisca anche

una propagazione attraverso le ortogonali ai fronti d'onda, ovvero lateralmente alla direzione di propagazione delle onde stesse.

All'interno di bacini portuali, inoltre, assume particolare importanza il fenomeno di riflessione multipla delle onde sulle pareti che costituiscono il contorno degli specchi liquidi, responsabile anche di vistose concentrazioni puntuali di energia capaci di produrre agitazioni di altezza dell'ordine di alcune volte quella dell'onda incidente.

Come precedentemente detto, nel caso in esame ci si riferisce, anche in questo caso, agli studi condotti nell'ambito degli Studi preparatori del P.R.P. al quale si rimanda per maggiori dettagli.

In quella sede si è inizialmente esaminata la configurazione attuale, eseguendo due prove, con onde con direzioni di 50° N e 115° N e a altezze e periodi pari rispettivamente a 4,4 m, con periodo di 10,0 sec e 1,1 m con periodo di 2,6 sec. La prima simulazione è relativa alla peggiore combinazione in termini di direzione di provenienza e di intensità dei fenomeni provenienti dal largo, corrispondenti ad un periodo di ritorno di circa 10 anni. Lo studio ha mostrato che, pur in corrispondenza di una mareggiata di altezza inferiore di quella stimata per un periodo di ritorno di 50 anni, si generano nella situazione attuale condizioni di agitazione che, nel caso dell'attuale ambito commerciale, non risulta compatibile con la sicurezza all'ormeggio, mentre nel caso del attuale bacino per le attività da diporto e per la pesca l'agitazione interna è sensibilmente inferiore, con valori di punta intorno al metro, anch'essi, però, non conformi agli standard richiesti per garantire la sicurezza delle imbarcazioni ivi ormeggiate. La seconda simulazione è relativa a mare generato da vento forte e persistente proveniente da scirocco. In questo caso, nonostante la limitata estensione del fetch disponibile e la conseguente limitata ampiezza del fenomeno ondoso, la criticità è rappresentata dalla scarsa protezione offerta dal molo di sottoflutto. Dallo studio si rileva che, in tale caso, infatti, l'onda penetra indisturbata nel bacino portuale maggiore. Anche in questo caso il bacino minore risulta meglio protetto, benché la propagazione delle onde riflesse crei comunque ancora condizioni di non sicurezza per le imbarcazioni ormeggiate.

Alla luce dei risultati sopra descritti, e in relazione all'assetto derivante dalle linee guida, il P.R.P. ha effettuato uno studio con il quale ha perseguito gli obiettivi di valutare : la necessità di prolungare il molo di sopraflutto definendone, in caso positivo, l'orientamento e la lunghezza più idonei a garantire la necessaria protezione ed il minor costo; la necessità, ai fini di ridurre l'agitazione ondosa residua, di prevedere per le nuove banchine e le nuove opere interne al porto strutture solo parzialmente riflettenti il moto ondoso in luogo di strutture a parete verticale piena; se una combinazione tra i due tipi di

intervento risultasse più efficace rispetto alla adozione di uno solo di essi e più compatibile con l'assetto complessivo del porto previsto dalle "Linee-guida" e dell'intero ambito costiero.

Le onde incidenti utilizzate per le diverse simulazioni sono state assunte con caratteristiche diverse in termini di direzione di provenienza e di intensità. In particolare sono state considerate quattro condizioni ondose. La prima condizione, con direzione 115° N, altezza di 1,1 m e periodo di 2,6 s, relativa alle onde locali generate da venti di terra, che presenta condizioni frequenti e simili ai valori estremi consentiti dal limitato fetch disponibile. La seconda condizione con tempo di ritorno 50 anni, direzione 0° N, cui corrispondono le maggiori mareggiate sottocosta, $H = 8,2$ m e periodo 13,9 sec, rappresentativa delle onde estreme provenienti dal largo, con direzione tuttavia meno sfavorevole ai fini della penetrazione nel porto rispetto a direzioni più spostate verso est. La terza e la quarta condizione, sempre con direzione 50° N, sono relative alla combinazione più sfavorevole tra direzione e altezza ai fini della penetrazione in porto del moto ondoso, valutata sia in condizioni di forti mareggiate, terza condizione con altezza di 4,3 m, periodo 10,0 sec e tempo di ritorno pari a 10 anni, sia in condizioni estreme, quarta condizione con altezza di 5,2 m, periodo 11,1 sec e tempo di ritorno pari a 50 anni.

Le configurazioni delle opere considerate sono state funzionali alla verifica del layout portuale, avendo considerato, a partire dalla già descritta configurazione attuale del porto, diverse varianti allo schema iniziale caratterizzate da diverse estensioni e diversi orientamenti del prolungamento del molo di sopraflutto, diverse larghezze e configurazioni della imboccatura, diverse conformazioni del molo di sottoflutto, diverse disposizioni delle opere interne, in particolare della imboccatura del porto turistico e peschereccio, diverse combinazioni dei coefficienti di riflessione del moto ondoso delle nuove banchine e delle nuove opere interne.

In sintesi, i risultati dello studio hanno portato a determinare che risulta necessario, al fine di contenere l'agitazione ondosa all'interno del porto entro limiti conformi agli standard richiesti, la contemporanea previsione sia di nuove banchine di tipologia parzialmente riflettente sia del prolungamento del molo sopraflutto. Hanno, altresì evidenziato, che, per ciò che attiene l'imboccatura del porto turistico e peschereccio posta all'interno del porto, così come disegnata nel nuovo layout, essa consente una buona accessibilità nautica per le imbarcazioni da diporto che fanno capo al porto turistico e peschereccio e, nel contempo, offriva al porto turistico una buona protezione dal moto ondoso sia proveniente dall'imboccatura (onde di largo) sia generato localmente da venti di terra.

Va, inoltre, rilevato che la soluzione adottata consente, nei limiti assegnati, una separazione tra i percorsi delle imbarcazioni afferenti il porto turistico ed i percorsi e le aree di manovra delle navi.

In dettaglio, relativamente alla configurazione adottata e per ciò che attiene strettamente la darsena turistica, va osservato che, in presenza del previsto prolungamento del sopraflutto si ha, per ognuna delle quattro condizioni del moto ondoso, sia all'interno del bacino interno, sia all'interno dell'intero bacino portuale, un'agitazione sempre inferiore al mezzo metro. Nel caso in cui, invece non sia presente il previsto prolungamento del sopraflutto, condizione questa che si ritiene potere essere, nella peggiore delle ipotesi, transitoria, pur rimanendo l'agitazione entro il bacino interno compresa entro la stessa grandezza, le condizioni di agitazione, nell'avamporto risultano, per onde con tempo di ritorno pari a 10 anni, ancora compatibili alla navigazione, presentando, invece, difficoltà per la sicurezza per onde con tempo di ritorno pari a 50 anni.

E' da rilevare come, comunque, al fine di verificare la sussistenza di più elevati standard all'interno del bacino turistico, andranno effettuati, e ciò potrà essere fatto solo in sede esecutiva, opportuni approfondimenti e verifiche sperimentali con particolare riguardo agli effettivi coefficienti di riflessione del moto ondoso corrispondenti alla tipologia strutturale delle banchine e delle opere interne che si intendono eseguire.

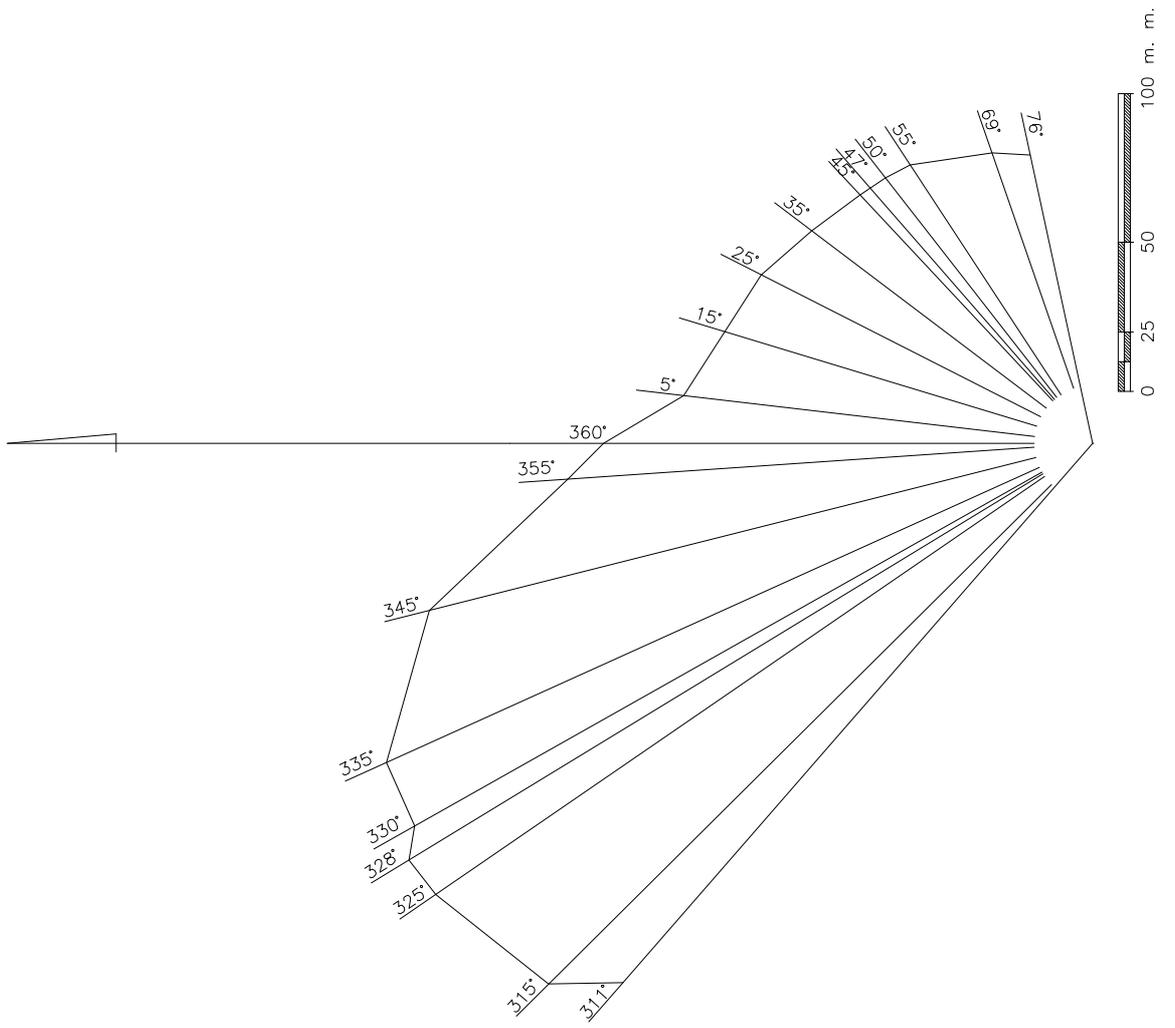
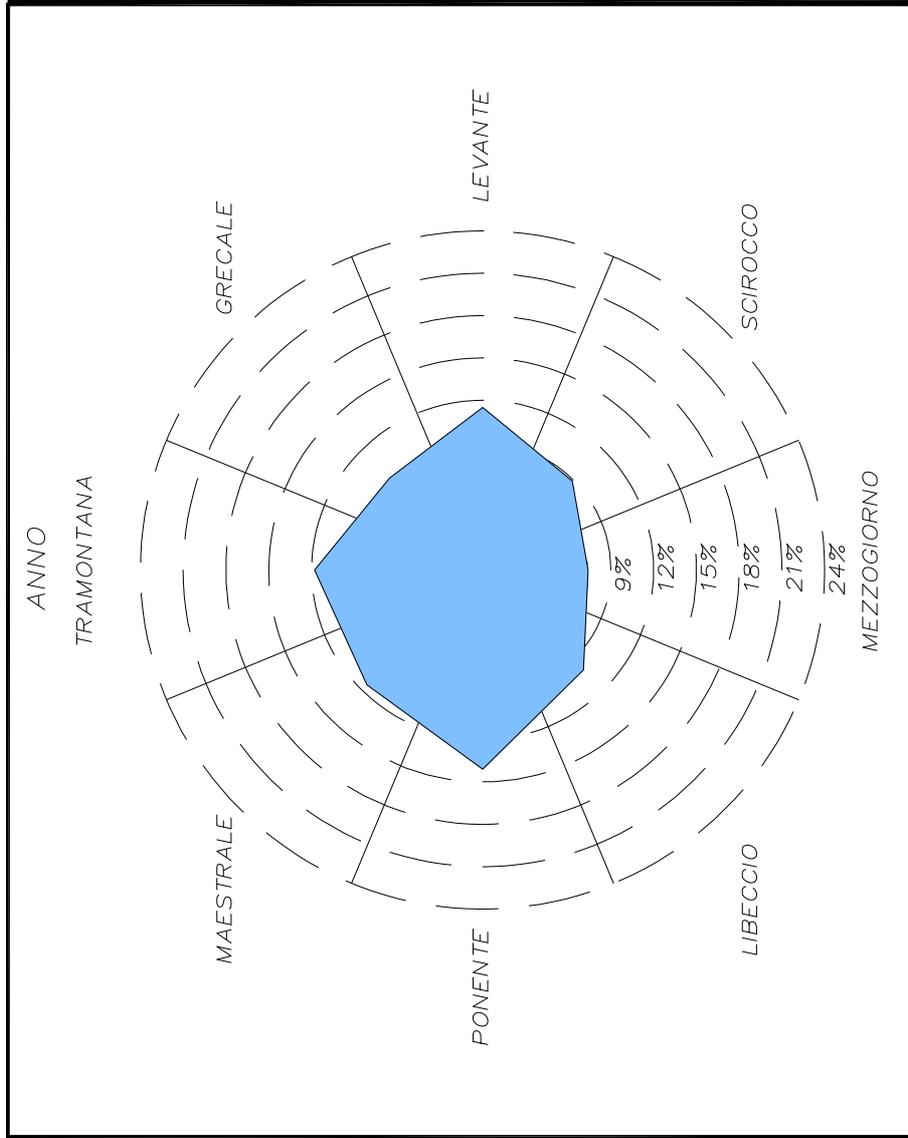
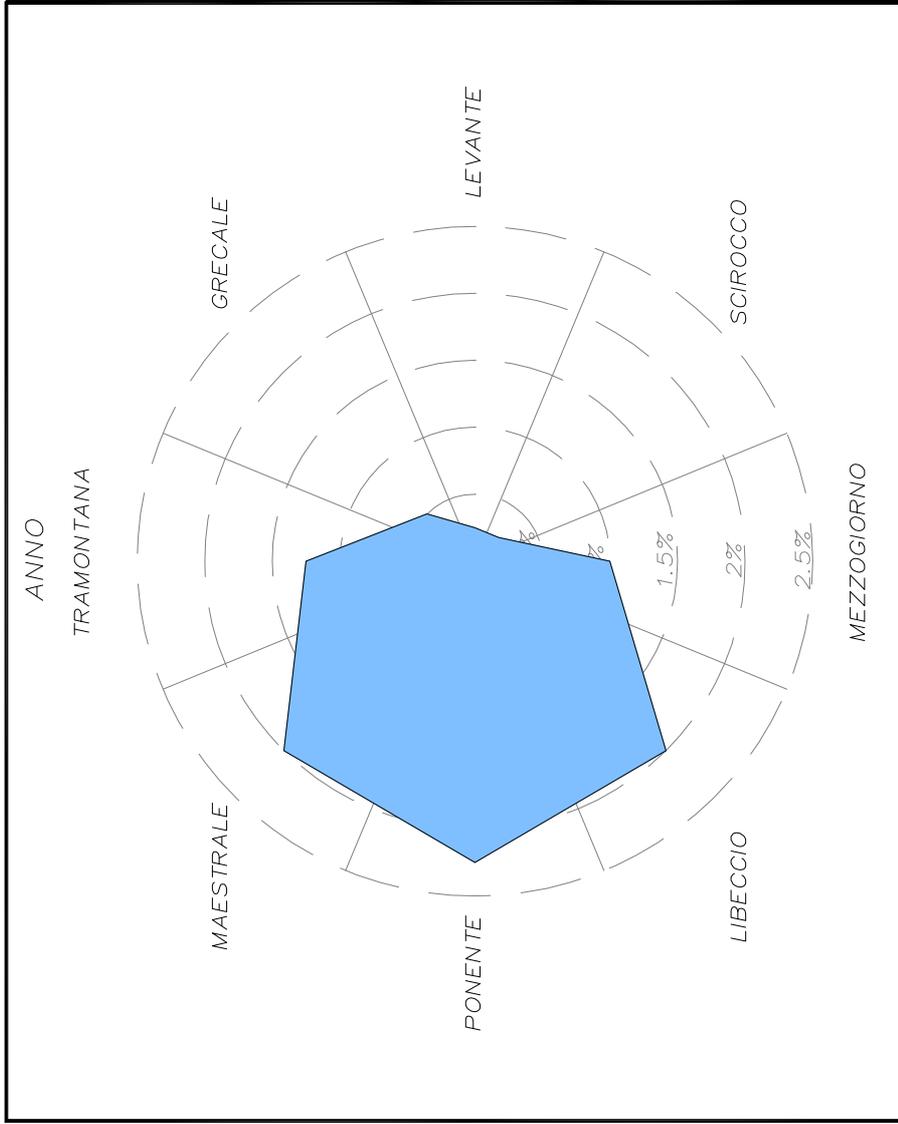


Diagramma dei fetches effettivi



Note:
 Frequenze relative di apparizione degli eventi d'intensità compresa tra 01 e 30 nodi - stazione di Ustica.



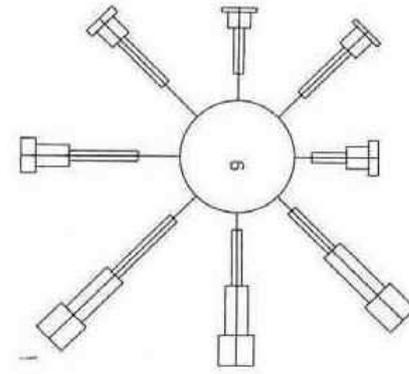
Note:
 Frequenze relative di apparizione degli eventi d'intensità compresa tra 31 e 40 nodi – stazione di Ustica.



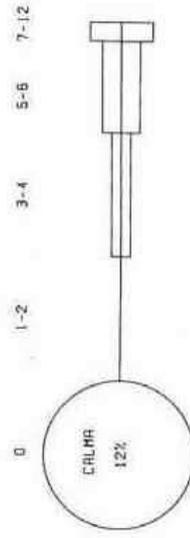
Note:
 Frequenze relative di apparizione degli eventi d'intensità compresa tra 41 e 50 nodi – stazione di Ustica.

FREQUENZE MEDIE IN PERCENTUALI
DEDOTTE DA 3 OSSER. GIORNALIERE

ANNO

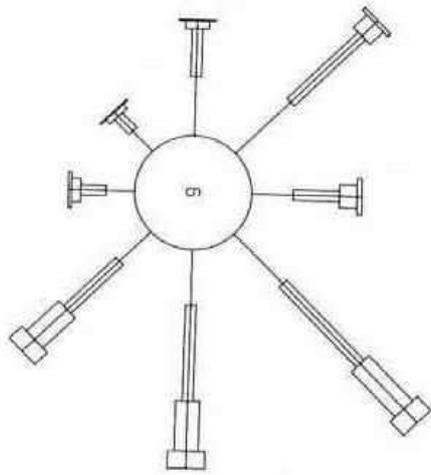


LEGENDA
FORZA VENTO IN SCALA BEAUFORT



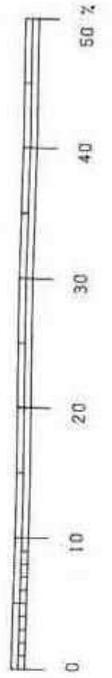
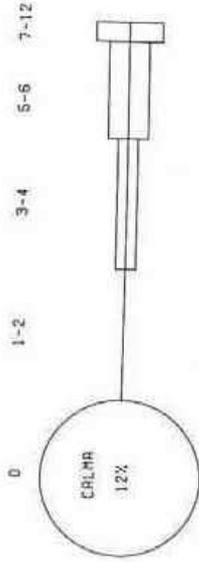
FREQUENZE MEDIE IN PERCENTUALI
 DEDOTTE DA 3 OSSER.GIORNALIERE

ANNO



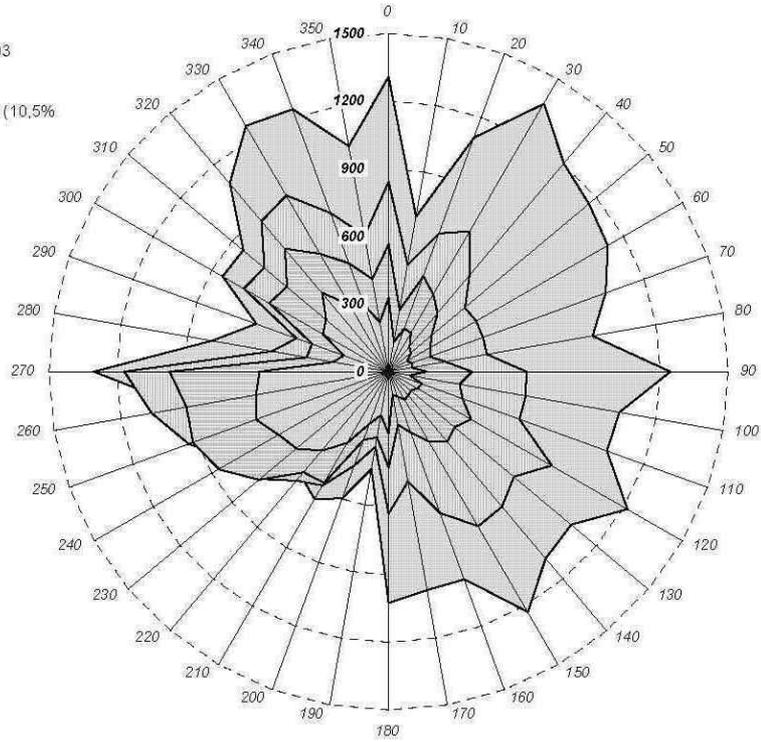
LEGENDA

FORZA VENTO IN SCALA BEAUFORT



FREQUENZA DEL VENTO
 staz.: 400 - Ustica
 Periodo: 01/01/1951 - 31/12/1993

Dati utilizzabili: 125.239
 Occorrenze Assenza di Vento: 13.205 (10,5%
 dei dati utilizzabili)



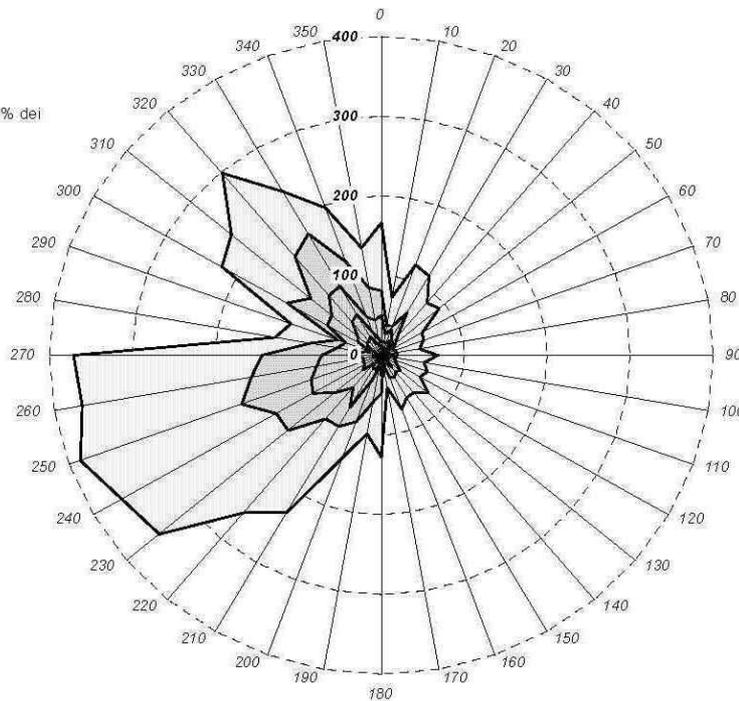
Velocità del vento
 [nodij]

□ 1-10



FREQUENZA DEL VENTO
 staz.: 400 - Ustica
 Periodo: 01/01/1951 - 31/12/1993

Dati utilizzabili: 125.239
 Occorrenze Assenza di Vento: 13.205 (10,5% dei
 dati utilizzabili)



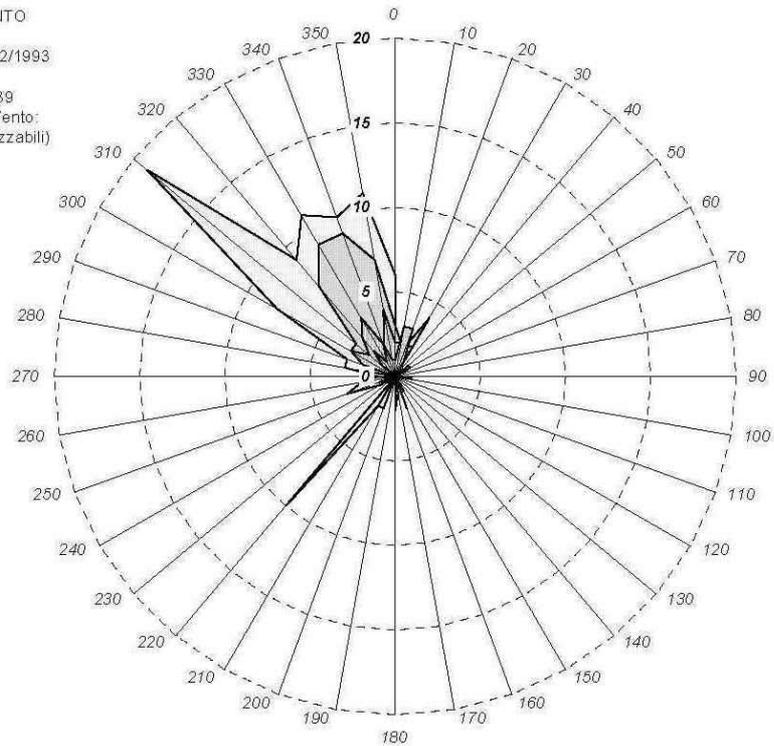
Velocità del vento
 [nodij]

□ 26-30



FREQUENZA DEL VENTO
 staz.: 400 - Ustica
 Periodo: 01/01/1951 - 31/12/1993

Dati utilizzabili: 125.239
 Occorrenze Assenza di Vento:
 13.205 (10,5% dei dati utilizzabili)

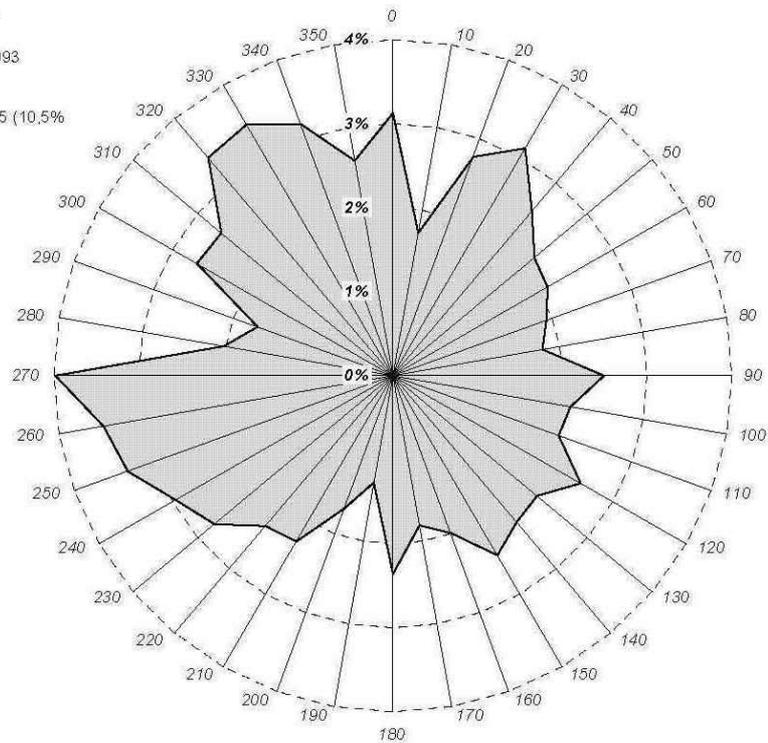


Velocità del vento
 [nodi]

- 51-55
- 56-60
- 61-70
- >70

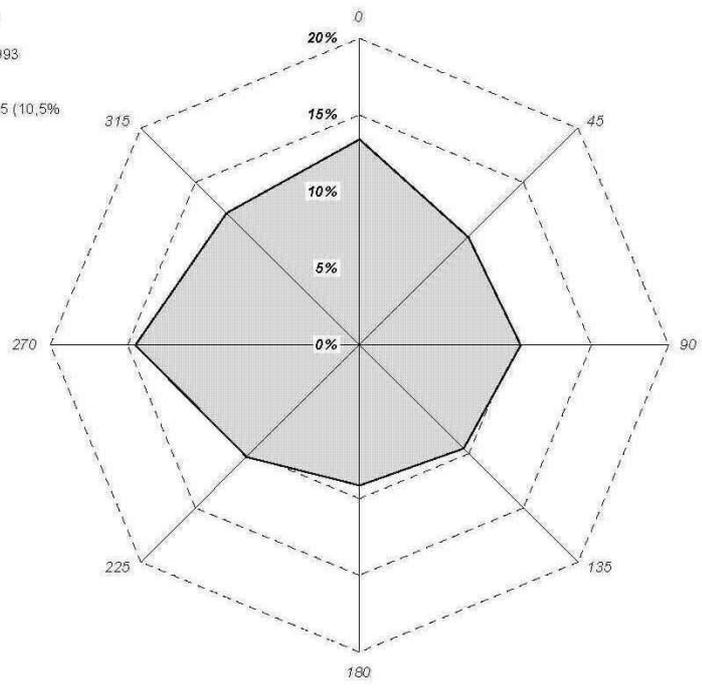
FREQUENZA DEL VENTO
 staz.: 400 - Ustica
 Periodo: 01/01/1951 - 31/12/1993

Dati utilizzabili: 125.239
 Occorrenze Assenza di Vento: 13.205 (10,5%
 dei dati utilizzabili)



frequenza per direzione
 [%]

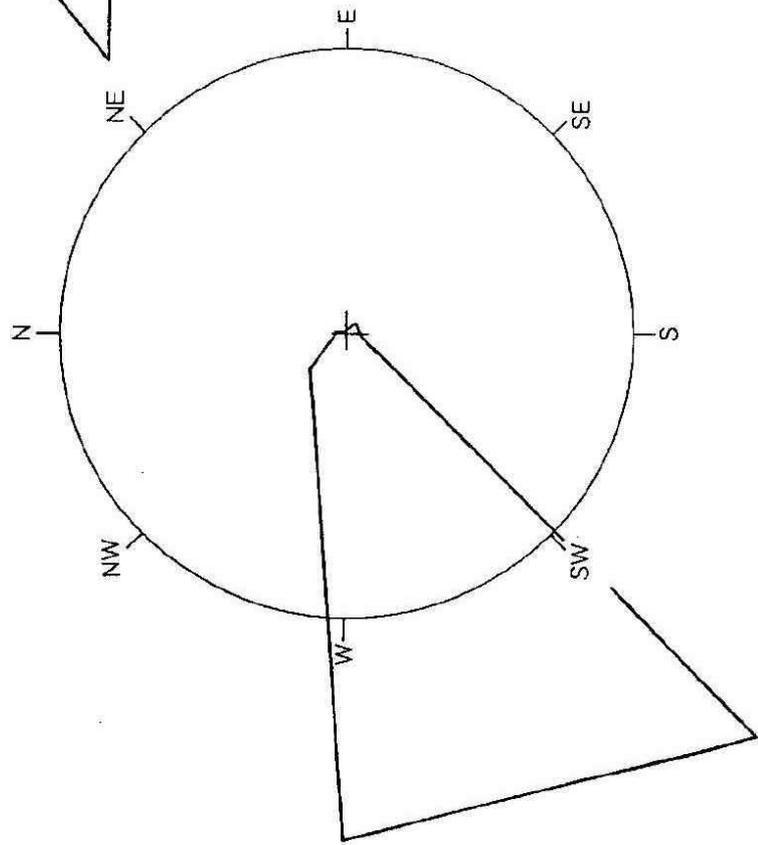
FREQUENZA DEL VENTO
 staz. : 400 - Ustica
 Periodo: 01/01/1951 - 31/12/1993
 Dati utilizzabili: 125.239
 Occorrenze Assenza di Vento: 13.205 (10,5%
 dei dati utilizzabili)



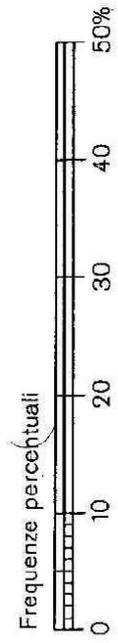
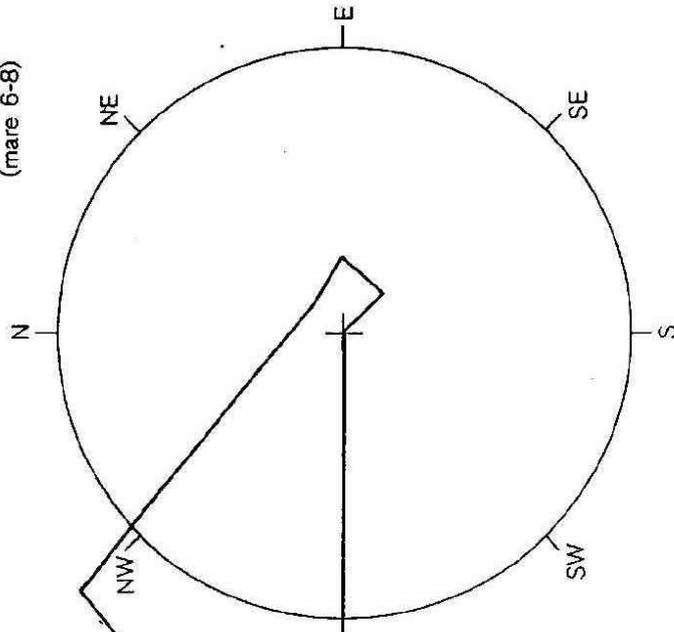
frequenza per settori di 45°
 [%]

NB: ad ogni direzione è associata la somma delle occorrenze di venti che hanno spirato entro un settore di 45°, centrato nella direzione stessa.

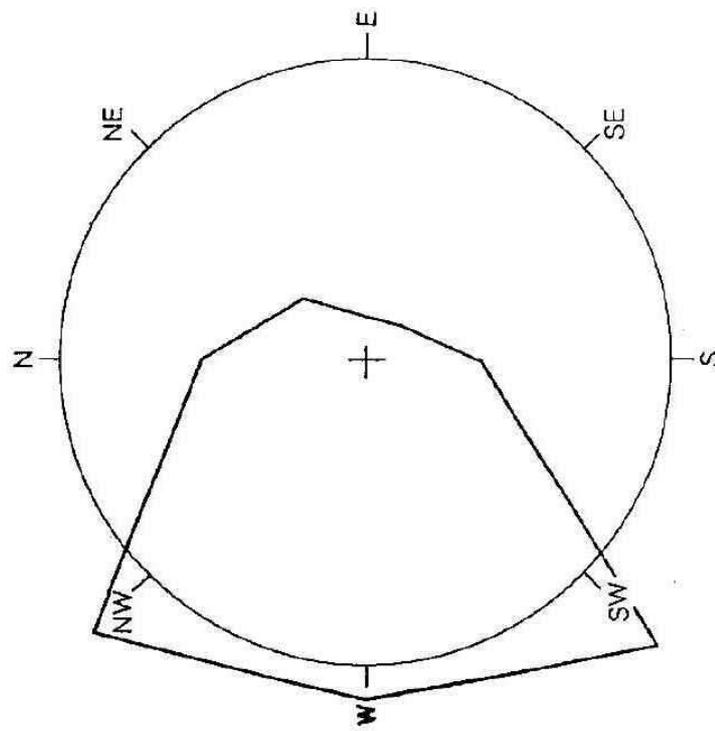
DIREZIONE DI PROVENIENZA DELLE BURRASCHE DI VENTO
(forza 7-12)



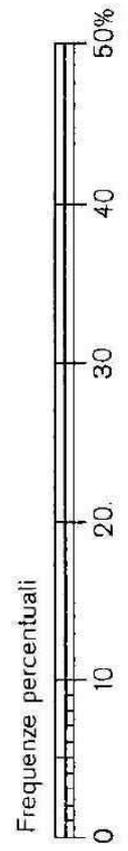
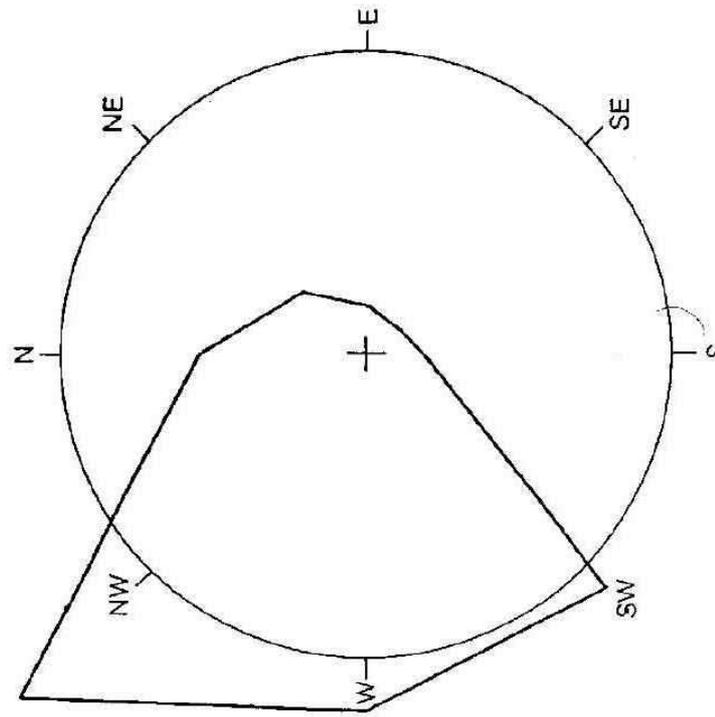
DIREZIONE DI PROVENIENZA DELLE MAREGGIATE
(mare 6-8)

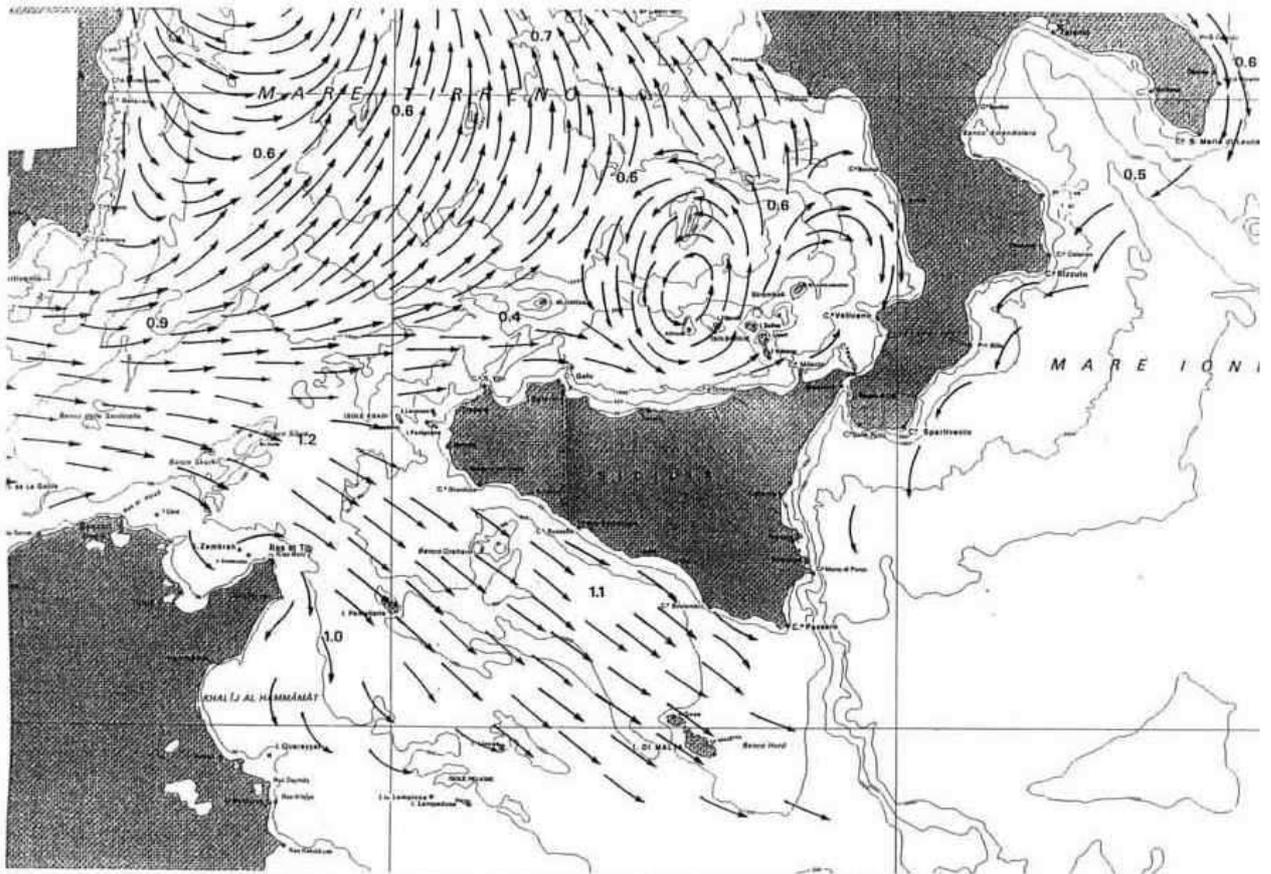


DIREZIONE DI PROVENIENZA DELLE BURRASCHE DI VENTO
(forza 7-12)

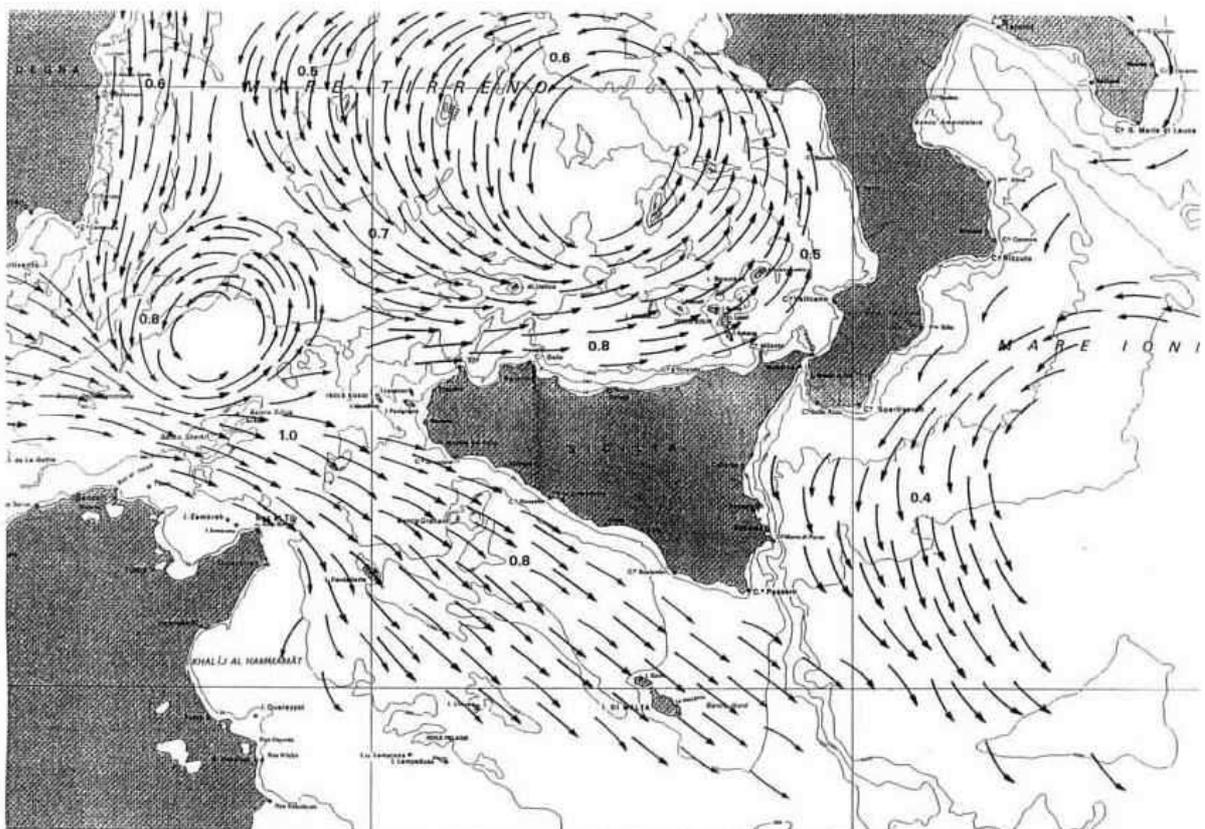


DIREZIONE DI PROVENIENZA DELLE MAREGGIATE
(mare 6-8)

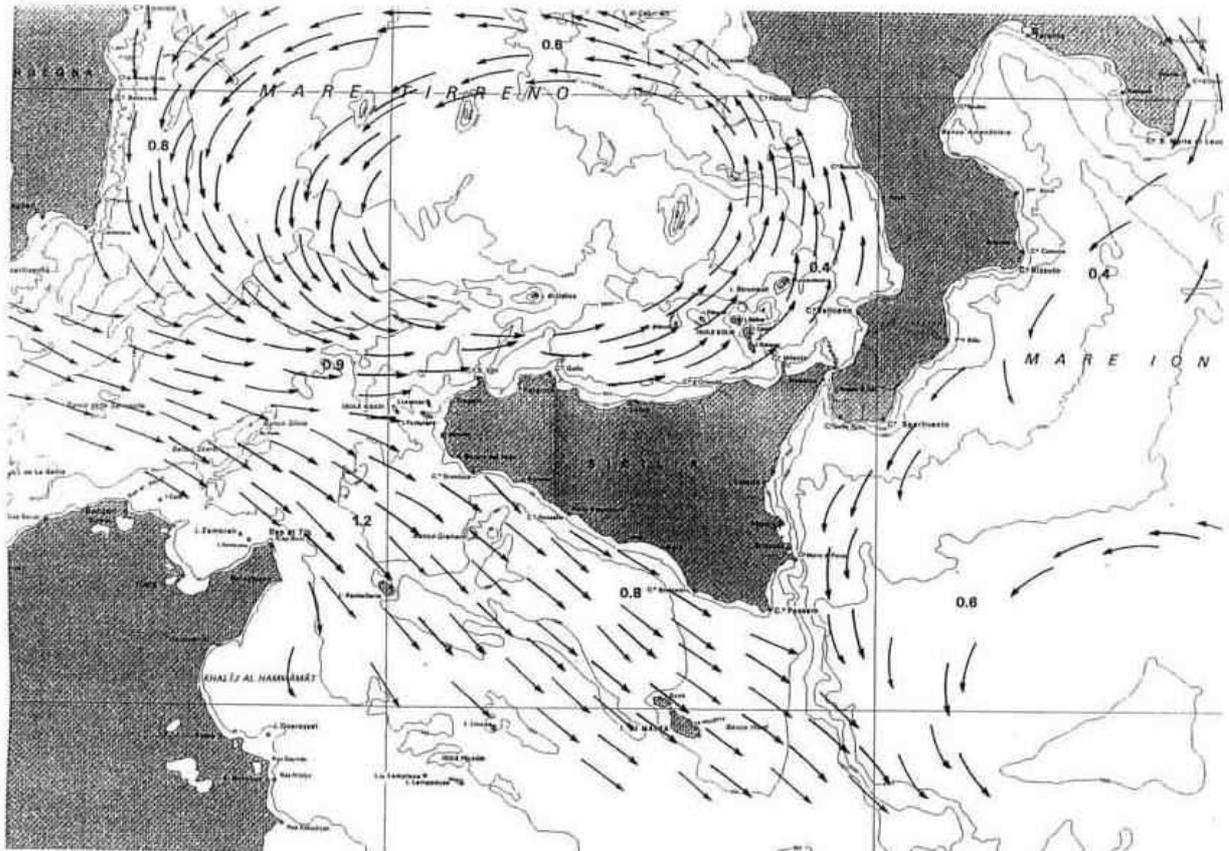




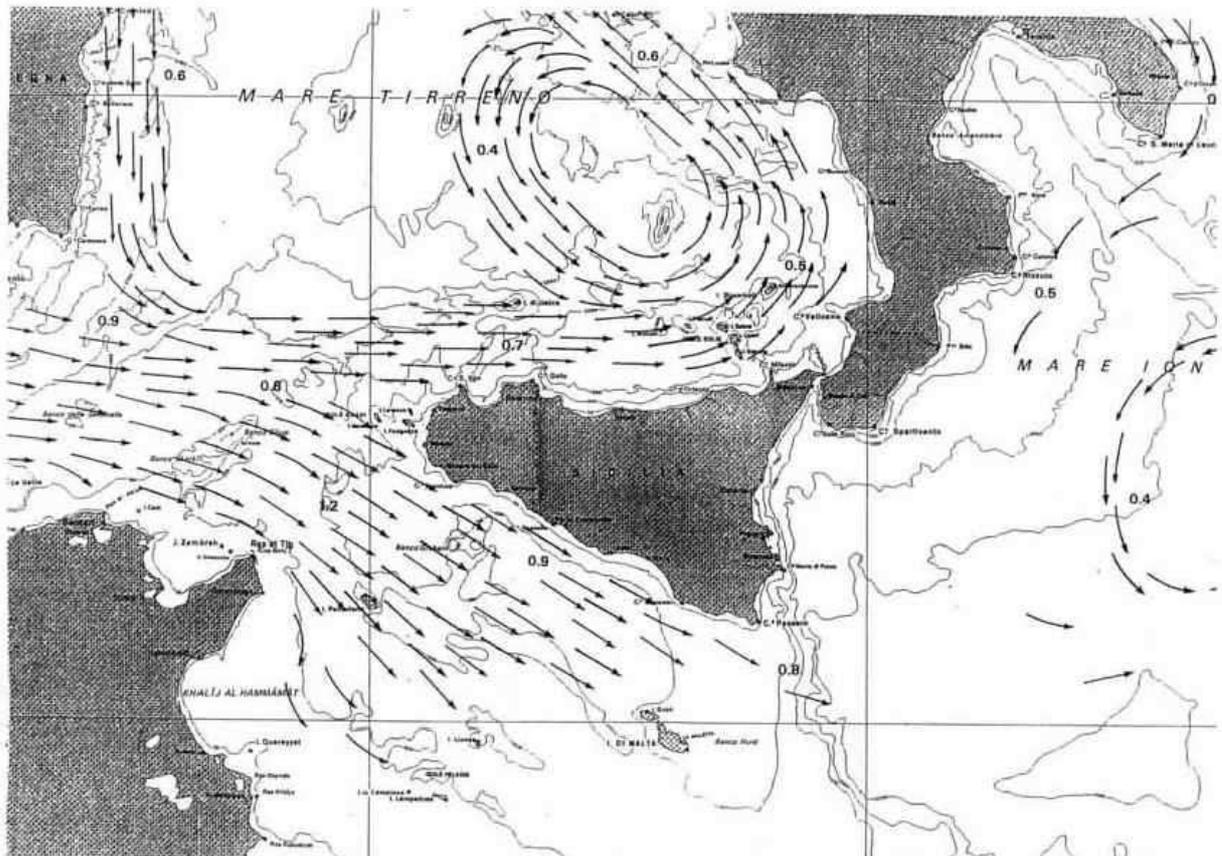
MARI D'ITALIA CARTA DELLE CORRENTI SUPERFICIALI
GENNAIO



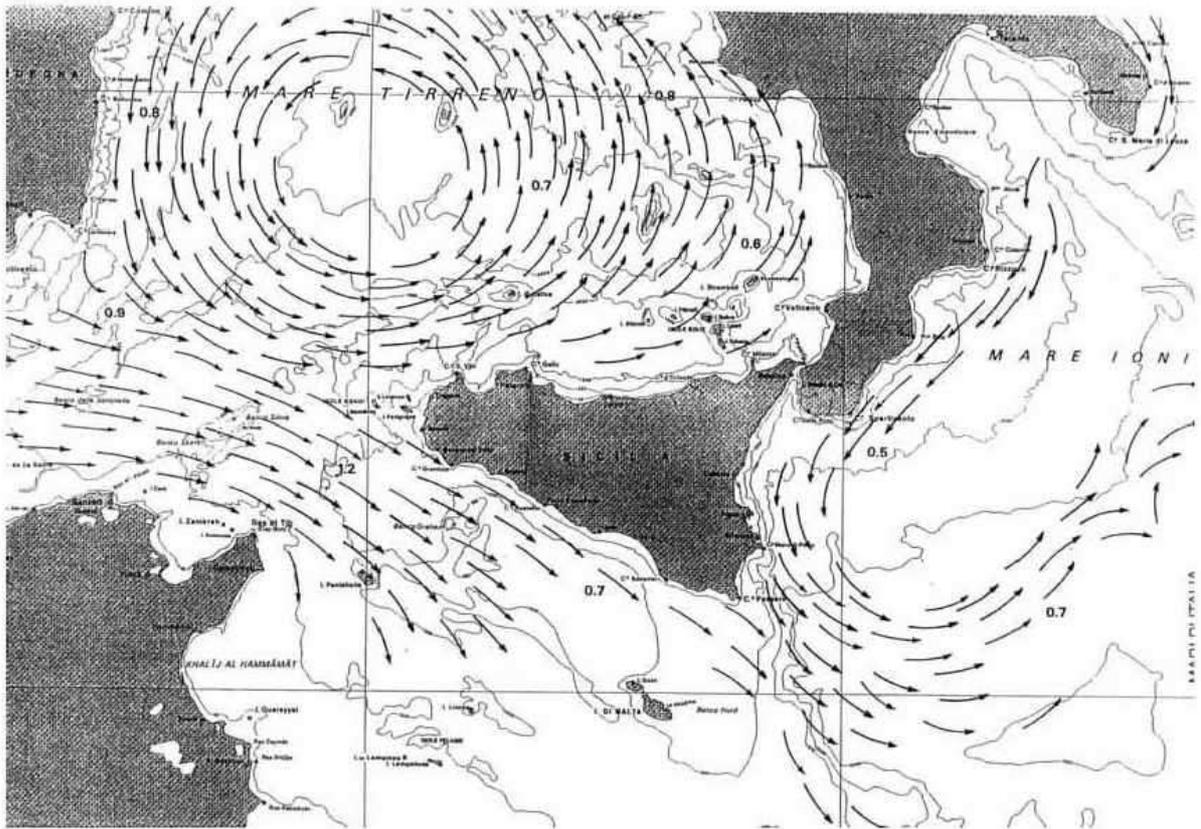
MARI D'ITALIA CARTA DELLE CORRENTI SUPERFICIALI
FEBBRAIO



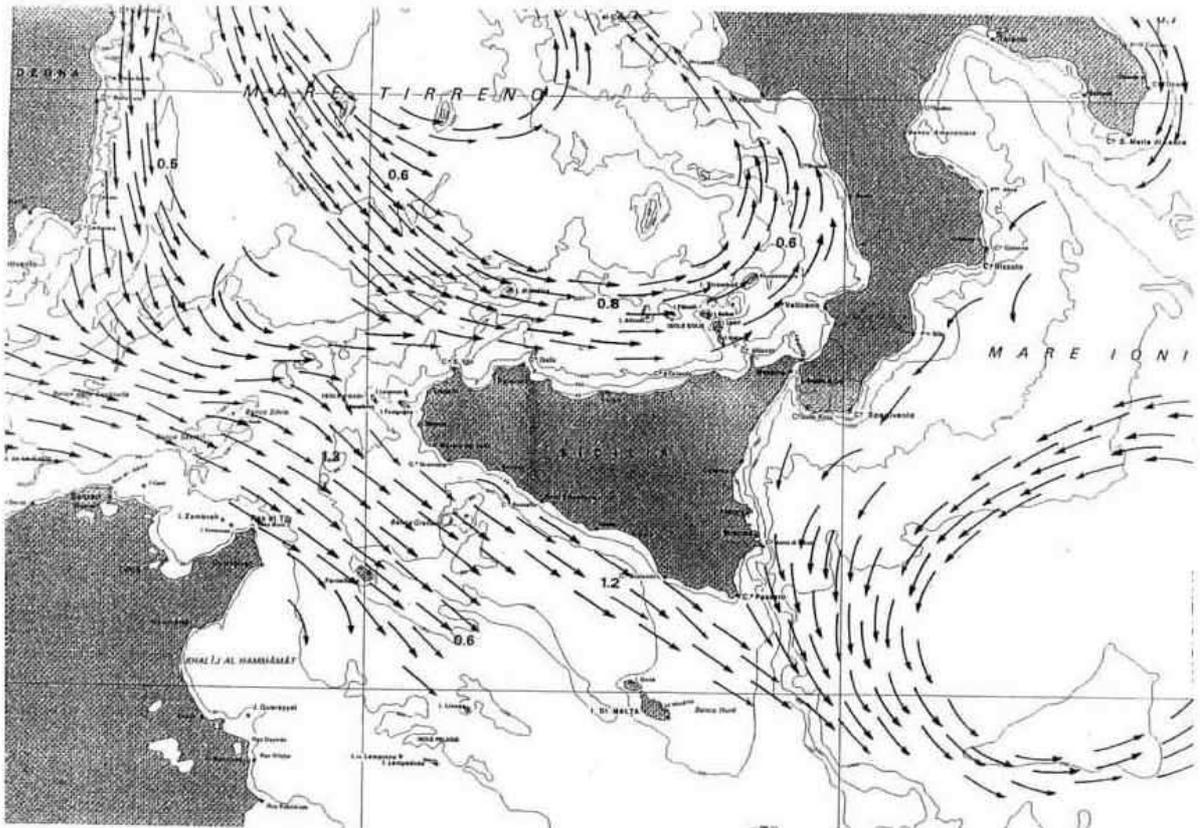
MARI D'ITALIA CARTA DELLE CORRENTI SUPERFICIALI
MARZO



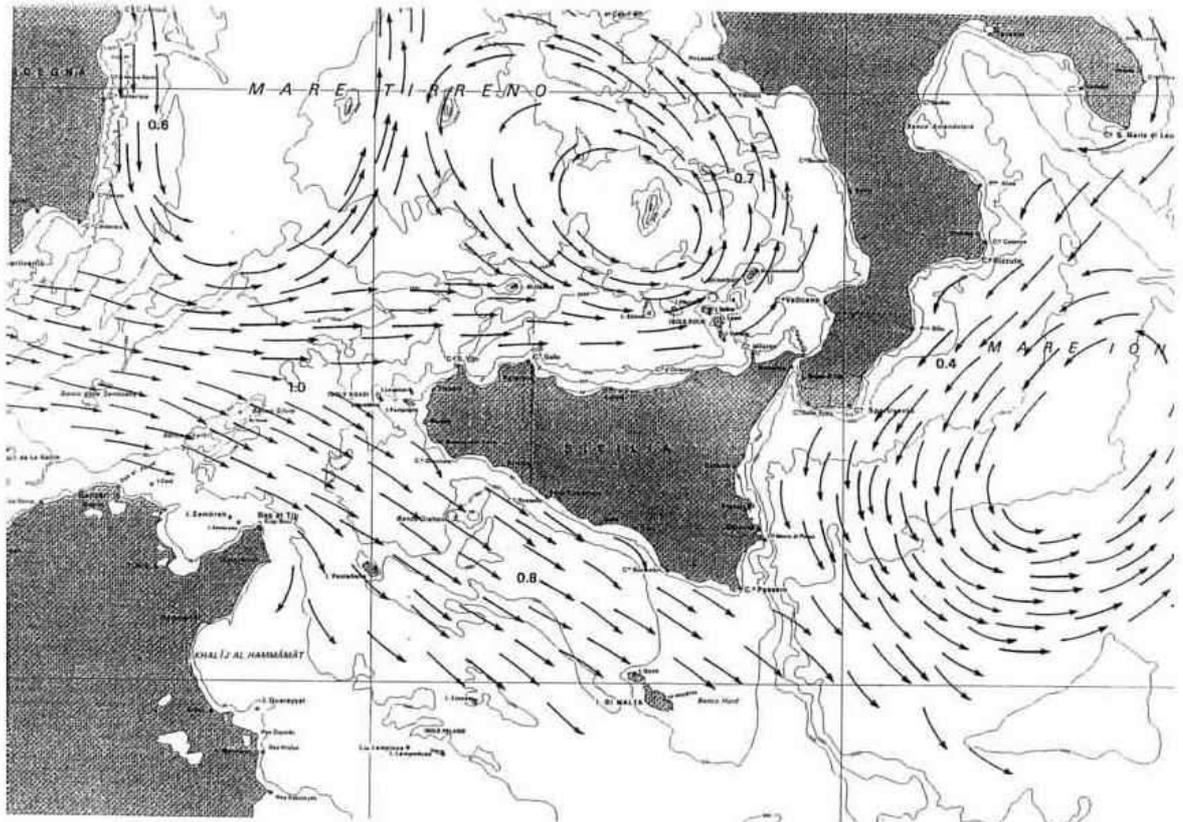
MARI D'ITALIA CARTA DELLE CORRENTI SUPERFICIALI
APRILE



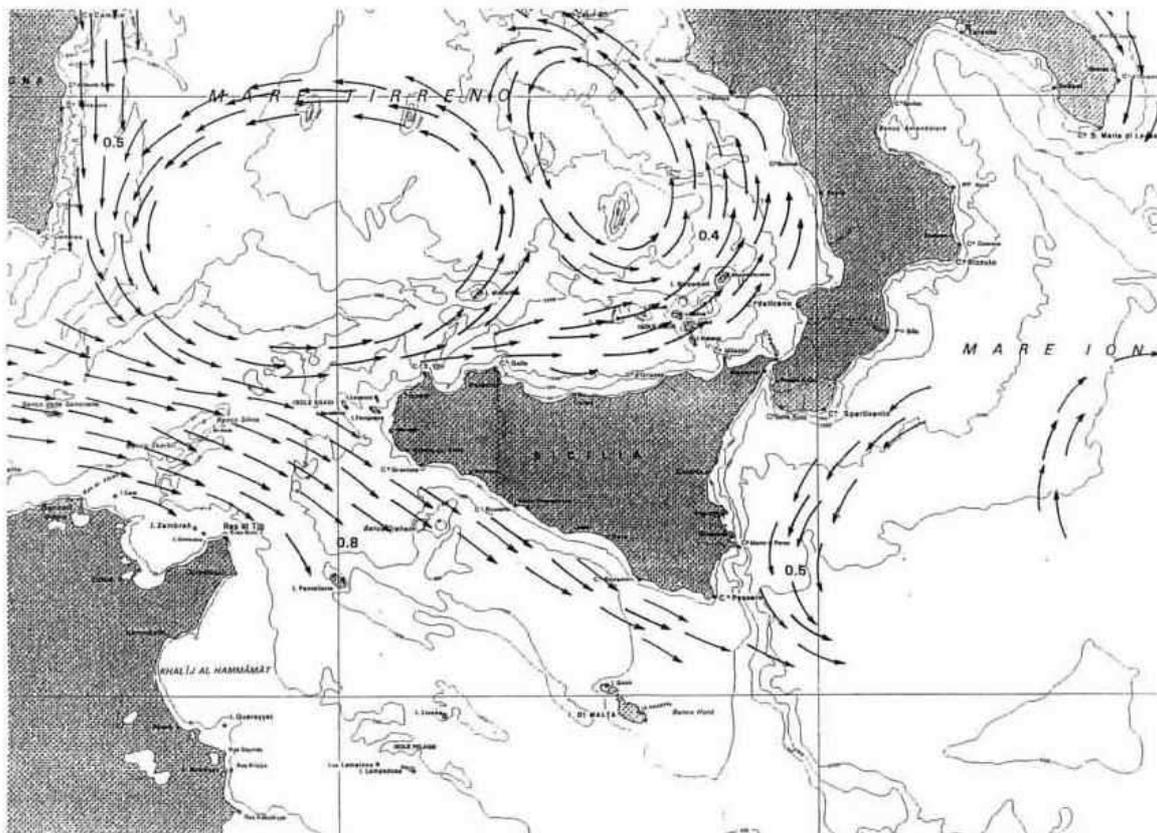
MARI D'ITALIA CARTA DELLE CORRENTI SUPERFICIALI
MAGGIO



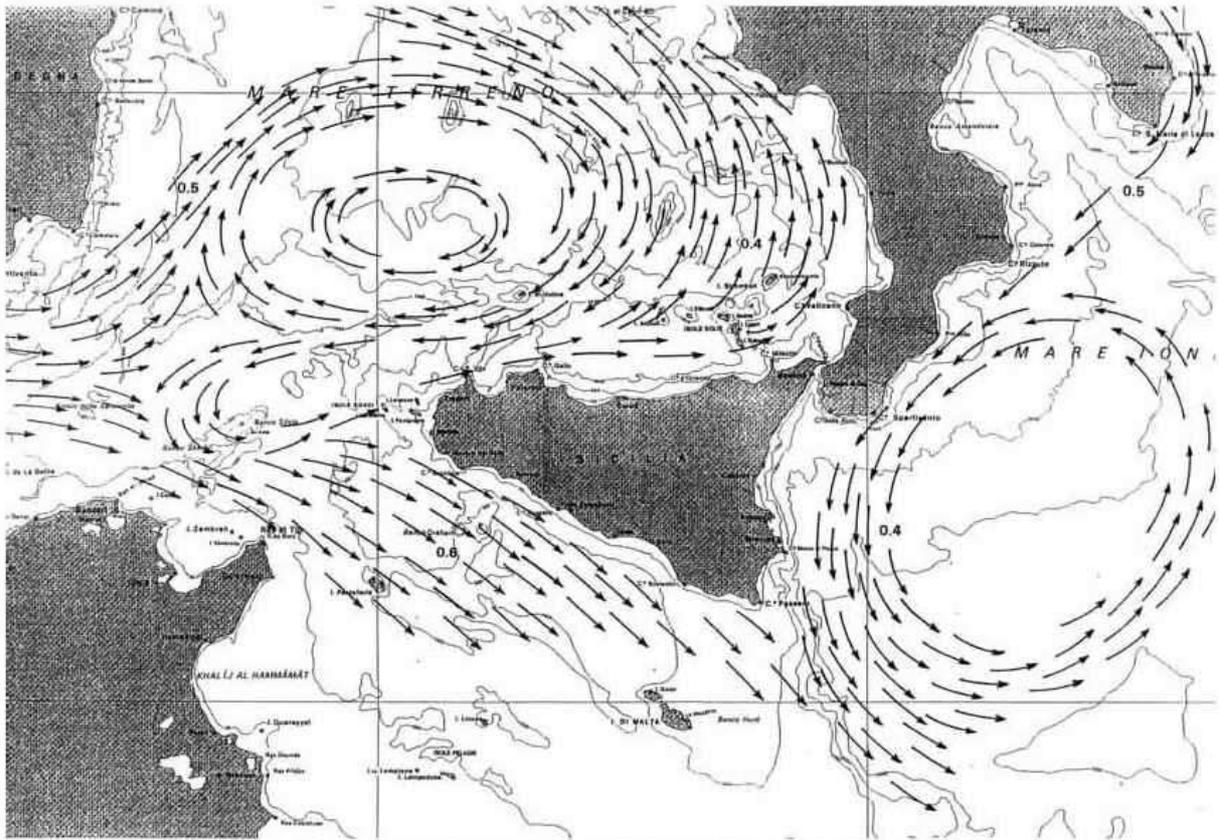
MARI D'ITALIA CARTA DELLE CORRENTI SUPERFICIALI
GIUGNO



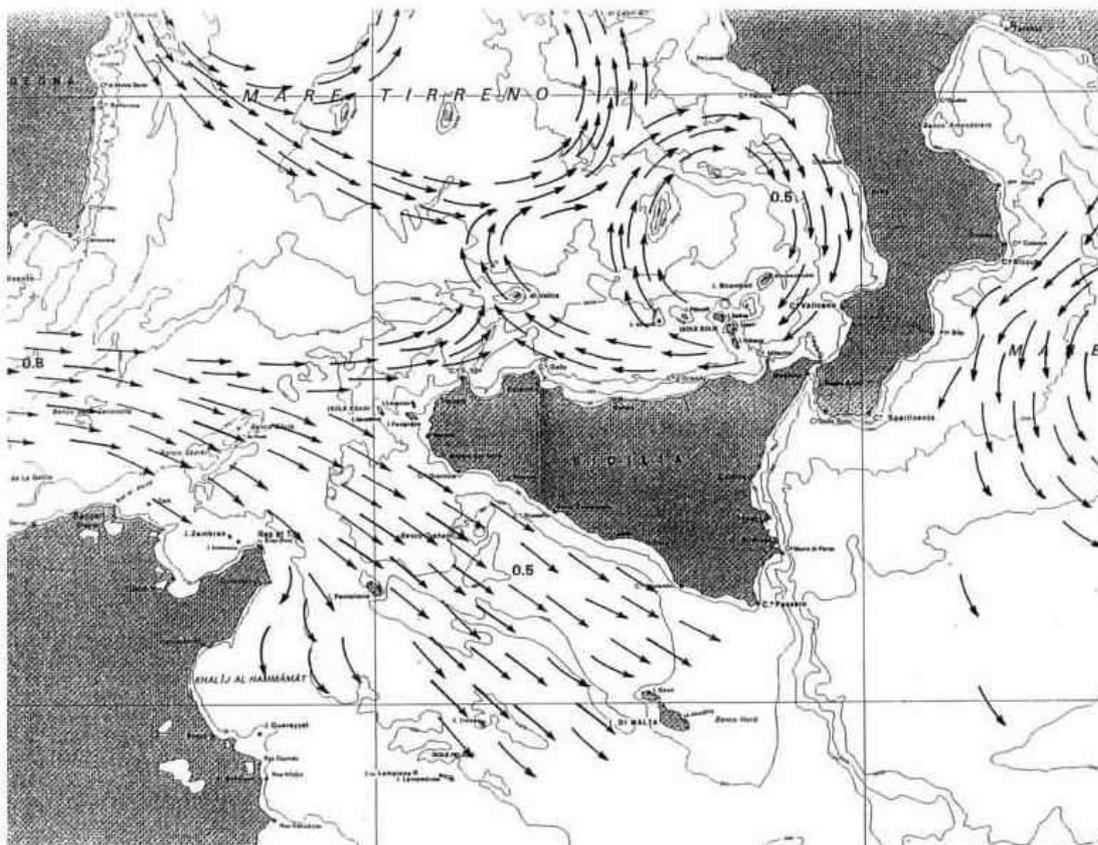
MARI D'ITALIA CARTA DELLE CORRENTI SUPERFICIALI
LUGLIO



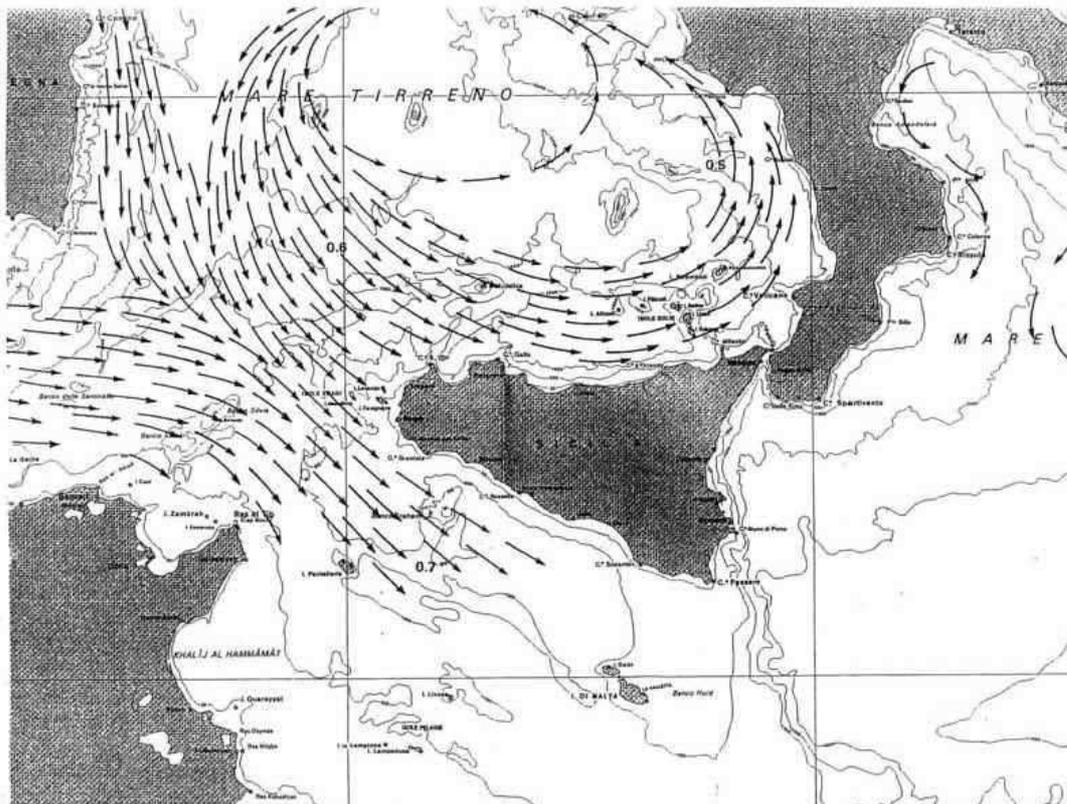
MARI D'ITALIA CARTA DELLE CORRENTI SUPERFICIALI
AGOSTO



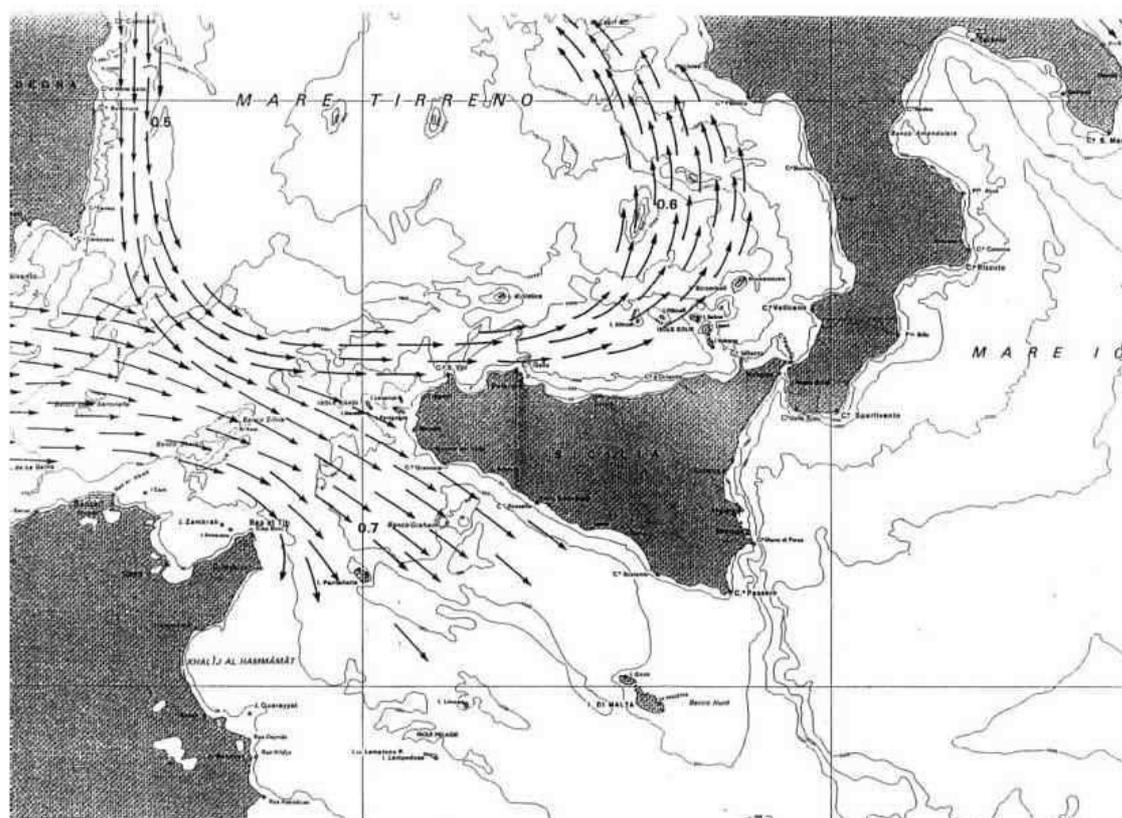
MARI D'ITALIA CARTA DELLE CORRENTI SUPERFICIALI
SETTEMBRE



MARI D'ITALIA CARTA DELLE CORRENTI SUPERFICIALI
OTTOBRE



MARI D'ITALIA CARTA DELLE CORRENTI SUPERFICIALI
NOVEMBRE



MARI D'ITALIA CARTA DELLE CORRENTI SUPERFICIALI
DICEMBRE