



Dipartimento Tutela Acque Interne e Marine  
Servizio Difesa delle Coste

IL MANUALE PER LA MOVIMENTAZIONE DI  
SEDIMENTI MARINI: RISULTATI DI RECENTI  
APPLICAZIONI E APPROFONDIMENTI

Dott.<sup>ssa</sup> Marina Schiano Lomoriello

Tutor: Ing. Stefano Corsini  
Con la collaborazione dell'Ing. Luciano Minutolo

Data	Firma Stagista	Firma Tutor	Firma Responsabile Servizi

## Prefazione

L'elaborato: "Il manuale per la movimentazione dei sedimenti marini: risultati di recenti applicazioni e approfondimenti" di seguito riportato, è opera della Dr.ssa Marina Schiano Lomoriello che ha condotto uno stage presso questo Istituto per il quale lo scrivente ha ricoperto le funzioni di tutor. Durante lo stage si è affrontata la tematica delle operazioni di dragaggio ed in particolare la movimentazione dei sedimenti marini alla luce delle linee guida riportate nel *Manuale per la movimentazione di sedimenti marini*, 2007. Nella relazione è presente anche un breve excursus storico di come è stato affrontato l'argomento a livello nazionale ed una panoramica di come viene condotta l'attività istruttoria per l'autorizzazione al dragaggio in altri Stati.

È stato preso come caso studio l'operato condotto nel porto di Gioia Tauro e messo a confronto con le linee guida dettate dal Manuale.

In conclusione è stata redatta, per la prima volta, la Scheda di Bacino Portuale, mettendo in evidenza le difficoltà nel reperimento e organizzazione dei dati necessari.

# INDICE

1. Introduzione.....	Pag. 5
2. Attività di dragaggio in diversi Stati.....	Pag. 6
2.1. La gestione dei dragaggi portuali in <i>Spagna</i> .....	Pag. 6
2.1.1. Confronto dell'attività di dragaggio spagnola con quella italiana.....	Pag. 8
2.2. La gestione dei dragaggi portuali in <i>Francia</i> .....	Pag. 10
2.2.1. Confronto dell'attività di dragaggio francese con quella italiana.....	Pag. 12
2.3. La gestione dei dragaggi portuali in <i>Australia</i> .....	Pag. 14
2.3.1. Confronto dell'attività di dragaggio australiana con quella italiana.....	Pag. 19
2.4. La gestione dei dragaggi portuali in <i>America</i> .....	Pag. 23
2.4.1. Confronto dell'attività di dragaggio americana con quella italiana.....	Pag. 28
3. Legislazione nazionale.....	Pag. 29
4. Manuale per la movimentazione di sedimenti marini APAT-ICRAM.....	Pag. 30
4.1. Domanda di autorizzazione.....	Pag. 30
4.2. Criteri di campionamento dei sedimenti in aree portuali.....	Pag. 32
4.3. Siti da campionare.....	Pag. 34
4.4. Strumenti di campionamento e modalità di prelievo.....	Pag. 35
4.5. Parametri da analizzare.....	Pag. 38
4.5.1. Parametri fisici, chimici e microbiologici.....	Pag. 38
4.5.2. Analisi ecotossicologiche (saggi biologici di tossicità).....	Pag. 40

4.6. Procedure analitiche relative alla caratterizzazione dei sedimenti.....	Pag. 41
4.6.1. Metodiche d'analisi.....	Pag. 41
4.6.2. Parametri d'analizzare.....	Pag. 42
4.6.3. Biocenosi bentoniche.....	Pag. 42
4.6.4. Organizzazione dei risultati delle analisi.....	Pag. 42
5. Applicazione del manuale – Caso Studio: Porto di Gioia Tauro.....	Pag. 44
5.1. Premessa.....	Pag. 44
5.2. Generalità sul porto di Gioia Tauro.....	Pag. 46
5.2.1. Caratteristiche del porto.....	Pag. 48
5.3. Attività di dragaggio nel porto di Gioia Tauro.....	Pag. 49
5.3.1. Attività ARPACAL nell'ambito della caratterizzazione dei sedimenti marini.....	Pag. 49
5.3.2. Protocollo d'Intesa ARPACAL Autorità Portuale di Gioia Tauro.....	Pag. 50
5.3.3. Studio di caratterizzazione –fasi operative–.....	Pag. 51
5.3.4. Il piano di campionamento.....	Pag. 52
5.3.4.1. Strumentazione utilizzata per il campionamento.....	Pag. 55
5.3.4.2. Modalità di campionamento.....	Pag. 57
5.3.5. Report finale ed opzioni di gestione dei sedimenti movimentati.....	Pag. 59
5.4. Confronto dell'attività di dragaggio nel porto di Gioia Tauro con il Manuale.....	Pag. 60
5.4.1. Premessa.....	Pag. 60
5.4.2. Strategia di campionamento.....	Pag. 60
5.4.3. Prelievo e sezione dei campioni.....	Pag. 63
5.4.4. Parametri fisici, chimici e microbiologici.....	Pag. 63
5.4.5. Analisi ecotossicologiche.....	Pag. 63
6. Scheda di bacino portuale.....	Pag. 64

6.1. Premessa.....	Pag. 64
6.2. Inquadramento generale.....	Pag. 64
6.2.1. Struttura del porto.....	Pag. 64
6.2.2. Caratteristiche fisiche.....	Pag. 66
6.2.2.1. Generalità geologiche.....	Pag. 66
6.2.2.2. Generalità ideologiche.....	Pag. 66
6.2.2.3. Generalità del fondo marino.....	Pag. 66
6.2.2.4. Batimetria.....	Pag. 67
6.2.3. Caratteristiche meteo marine generali.....	Pag. 72
6.2.3.1. Moto ondoso.....	Pag. 72
6.2.3.2. Vento.....	Pag. 74
6.2.3.3. Correnti.....	Pag. 76
6.2.4. Natura e conformazione delle coste.....	Pag. 79
6.2.5. Andamento del trasporto solido litoraneo.....	Pag. 82
6.2.6. Traffico navale ed attività portuali pregresse ed attuali previste dal Piano Regolatore Portuale e dai piani di sviluppo portuale.....	Pag. 87
6.2.7. Natura e localizzazione dei traffici.....	Pag. 96
6.3. Tipologia del sito da sottoporre a movimentazione.....	Pag. 103
6.4. Tipologia del dragaggio, caratterizzazione, quantitativi dragati e destinazione del materiale negli ultimi 10 anni.....	Pag. 105
6.5. Conclusioni.....	Pag. 106
7. Conclusioni.....	Pag. 107
Appendice.....	Pag. 108
Bibliografia.....	Pag. 149

# 1. INTRODUZIONE

Il dragaggio è stato da sempre una procedura praticata in tutti gli ambienti marini e fluviali allo scopo di mantenere e/o incrementare i traffici navali, al risanamento/riqualificazione ambientale di siti costieri contaminati, alle attività turistico-commerciali ed industriali dei porti, alla posa di condotte e cavi per telecomunicazioni ecc.... Tale attività non è stata regolamentata da normative specifiche né a livello nazionale né internazionale, per questo ogni Paese ha cercato di autoregolamentarsi sviluppando delle proprie linee guida secondo le proprie esigenze. Nel 2002 su incarico del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare l'APAT e l'ICRAM hanno redatto il “*Manuale per la movimentazione di sedimenti marini*”, che affronta le problematiche relative alla movimentazione del materiale sedimentario in ambito marino o costiero, con particolare riferimento ai dragaggi portuali, al ripascimento di aree costiere soggette ad erosione, all'immersione in mare di materiale d'escavo, sviluppando gli elementi tecnici connessi alla materia specifica.

In questo studio si è focalizzata l'attenzione ai dragaggi portuali. I porti rappresentano le aree maggiormente sottoposte ad attività di dragaggio al fine di contrastare la loro tendenza all'insabbiamento e quindi mantenere la profondità dei fondali allo scopo di accogliere imbarcazioni sempre più grandi. Il necessario e periodico escavo dei porti presenta non pochi risvolti ambientali, relativamente alla destinazione dei materiali asportati. E' ormai pienamente accertato che l'escavazione dei fondali e l'eventuale scarico in mare dei materiali di risulta costituisce un'attività di notevole rischio a causa della diffusa presenza dei contaminanti contenuti nei sedimenti, dovuti all'intensa pressione antropica presente in questi ambienti confinati, soprattutto per le attività di tipo industriale e commerciale che vengono svolte nelle aree portuali.

Premessa indispensabile per una corretta gestione del materiale dragato è una dettagliata conoscenza delle sue caratteristiche, infatti, con il “*Manuale per la movimentazione di sedimenti marini*” si è cercato di dare delle linee guida sull'attività di campionamento e sulle analisi da effettuare per caratterizzare il sedimento in modo da poter valutare correttamente i possibili impatti ambientali che possono derivare sia dall'attività di dragaggio sia dalla gestione del materiale di risulta.

Al fine di valutare l'effettiva applicazione pratica delle linee guida dettate dal “*Manuale per la movimentazione di sedimenti marini*” in questo studio è stata analizzata l'attività di dragaggio condotta dall'ARPA Calabria nel porto di Gioia Tauro.

## **2. ATTIVITA' DI DRAGAGGIO IN DIVERSI STATI**

### **2.1. La gestione dei dragaggi portuali in *Spagna***

In Spagna nel 1994 sono entrate in vigore le “Raccomandazioni” (RRGMD) che contemplano come opzione ottimale di gestione il riciclaggio del materiale dragato. La “qualità” del materiale dragato è fondamentale per la decisione del suo sversamento in mare e la dichiarazione d’impatto ambientale è in questo caso necessaria. Questa raccomandazione utilizza una serie di guide linea chimiche per la valutazione della qualità del sedimento.

Lo studio di gestione del materiale e le RRGMD “indicano” che va eseguita una caratterizzazione della zona da dragare ed uno studio comparativo delle destinazioni alternative dei siti di sversamento. Il procedimento per l’autorizzazione dello sversamento in mare del materiale portuario dragato tiene come punto di inizio, come indicato nelle RRGMD, la caratterizzazione del progetto, la zona da dragare (durata dell’attività di dragaggio, tecniche di estrazione e sversamento del materiale, definizione della zona da dragare ecc..) e la revisione di tutte le informazioni disponibili che possono essere utili per lo sversamento in mare o no. Nel caso in cui l’area di dragaggio è ristretta e quindi il materiale dragato è poco ed è costituito da sabbia non è necessario effettuare una maggior caratterizzazione del sedimento per ottenere l’autorizzazione allo sversamento in mare. Per semplificare la gestione e per velocizzare il sistema di permessi necessari secondo le “Raccomandazioni”, sono state stabilite 3 categorie di materiale dragato in funzione dell’effetto chimico e/o biologico che può produrre al biota marino:

- ☞ Categoria I: comprende il materiale con concentrazioni di contaminanti basse i cui effetti biochimici sulla flora e sulla fauna sono nulli o insignificanti. Per questo tipo di materiale è permesso lo sversamento libero in mare, anche considerato il possibile effetto meccanico.
- ☞ Categoria II: per il materiale con concentrazioni di contaminanti moderate. Questo tipo di materiale può essere riversato in mare in modo controllato previa autorizzazione e dopo una accurata selezione della zona di sversamento in funzione dell’impatto e un programma di monitoraggio indicato nelle Raccomandazioni (RRGMD).

- ☞ Categoria III: per il materiale con concentrazioni di contaminanti elevate. Questo tipo di materiale deve essere isolato o trattato adeguatamente come indicato nelle Raccomandazioni.

Le “Raccomandazioni” includono le guide tecniche per la selezione del campione da prelevare e per la sua caratterizzazione. Sono stati definiti i Livelli di Azione (NNAA) che indicano le concentrazioni delle sostanze tossiche che sono utilizzate per la classificazione del materiale (Tab. 2.1.1.)

Composto	Livello di Azione 1	Livello di Azione 2
As	80	200
Cd	1	5
Cr	200	1000
Cu	100	400
Hg	0,6	3
Ni	100	400
Pb	120	600
Zn	500	3000
$\Sigma_7$ -PCB	0,03	0,1

**Tab. 2.1.1.** Concentrazioni espresse in mg/kg di peso secco dei metalli pesanti e la sommatoria di sette PCB.

Le concentrazioni riportate in Tab. 2.1.1. fanno riferimento alla frazione fina del sedimento (diametro inferiore a 63  $\mu\text{m}$ ).

Le RRGMD includono due fasi:

- ☞ I fase: in cui si effettua l’analisi granulometrica, il contenuto della materia organica, se esiste un indice di possibile contaminazione della zona ed analisi batteriologiche (coliformi fecali, streptococchi ecc.);
- ☞ II fase: in cui si realizzano le analisi delle componenti chimiche d’interesse. Vengono effettuate le analisi obbligatorie per la caratterizzazione che includono mercurio (Hg), cadmio (Cd), piombo (Pb), rame (Cu), zinco (Zn), cromo (Cr) e la somma dei sette PCB che hanno la seguente nomenclatura IUPAC 28, 52, 101, 118, 138, 153 e 180. Nel caso in cui le concentrazioni di alcuni contaminanti superano il Livello di Azione 1 viene analizzato anche l’arsenico (As) ed altri composti organici (PCBs, acidi grassi ecc...).



Il materiale dragato che presenta concentrazioni minori o uguali al Livello di Azione 1 (NA1) può essere riversato in mare, invece se rientrano nel Livello d'Azione 2 (NA2) non possono essere riversati in mare e quindi devono essere utilizzati in altro modo.

Quando si sceglie il sito di sversamento vengono considerati i principali effetti che questa attività può avere sulla flora e fauna marina. Vengono considerati gli effetti sulla produzione primaria a causa dell'aumento della torpidità della colonna d'acqua, la diminuzione dell'ossigeno disciolto ecc....

Nelle RRGMD si include la realizzazione dei test, come per esempio esami di tipo biologico. Per i test biologici vengono utilizzate diverse specie come per esempio: *Vibrio fischeri* (indice di bioluminescenza), *Pseudomonas fluorescense* (attività enzimatica), *Arenicola marina* (sopravvivenza, bioaccumulo e accrescimento), *Chorophium volutator*, *Ruditapes philippinarum*, *Brachionus plicatilis*, *Paracentrotus lividus* ecc...

### **2.1.1. Confronto dell'attività di dragaggio spagnola con quella italiana**

Come in Spagna, in cui la prima opzione di gestione è il riciclo del materiale dragato anche in Italia se le caratteristiche chimico, fisiche, microbiologiche del materiale sono ottimali, quindi di classe A1, il materiale deve essere preferenzialmente riciclato e come ultima opzione di gestione riversato in mare.

In Spagna come anche in Italia il materiale dragato viene classificato in tre categorie o classi, ciascuna delle quali è compatibile con specifici utilizzi e destinazioni. Come nelle "Raccomandazioni" anche nel manuale dell'APAT sono indicati i parametri che devono essere analizzati. Nelle "Raccomandazioni" le concentrazioni dei parametri per esempio nello specifico quelle dei metalli (Tab. 2.2.1.1.) sono indicati come Livello d'Azione 1 (NA1) e 2 (NA2) mentre nel manuale dell'APAT sono espressi come Livello Chimico di Base (LCB) e Livello Chimico Limite (LCL). Quello che si può osservare per i metalli è che le concentrazioni del LCB e del LCL rispetto al NA1 e al NA2 sono molto più basse.

Composto	Livello di Azione 1	LCB	Livello di Azione 2	LCL
As	80	25	200	32
Cd	1	0,35	5	0,8
Cr	200	100	1000	360
Cu	100	40	400	52
Hg	0,6	0,4	3	0,8
Ni	100	70	400	75
Pb	120	40	600	70
Zn	500	100	3000	170

**Tab. 2.1.1.1.** Concentrazioni espresse in mg/Kg del NA1 e del NA2 spagnolo in relazione con il LCB e LCL italiani.

A differenza della Spagna in cui vengono analizzati solamente 7 PCB che hanno la seguente nomenclatura IUPAC 28, 52, 101, 118, 138, 153 e 180 in Italia oltre a questi vengono analizzati anche quelli che hanno la nomenclatura IUPAC 77, 81, 126, 128, 156 e 169. Mettendo a confronto il NA1 e NA2 spagnolo con il LCB e il LCL italiano della somma dei PCB pur sapendo che in Italia ne vengono analizzati 6 in più si osserva che in il NA1 è maggiore del LCB a differenza del LCL che è più alto del NA2.

Composto	NA 1	LCB	NA 2	LCL
Σ-PCB	0,03	0,005	0,1	0,189

**Tab. 2.1.1.2.** Concentrazioni espresse in mg/Kg dei 7 PCB analizzati in Spagna (NA 1 e NA 2) con i 13 analizzati in Italia (LCB e LCL).

## 2.2. La gestione dei dragaggi portuali in *Francia*

In Francia l'attività di dragaggio si articola in due fasi:

- I fase: viene effettuata una raccolta delle informazioni analizzando le attività di dragaggio pregresse che sono state condotte in altri Paesi come: Londra, Lisbona, Barcellona ecc... in modo da poter stabilire un sistema di strategia ed organizzare l'attività di dragaggio;
- II fase: in cui vengono valutate le applicazioni delle tecnologie che possono essere adottate.

In Francia l'attività di dragaggio viene affrontata utilizzando una delle tre diverse procedure:

- ☞ “Sistema normativo” per un certo numero di contaminanti, i valori normativi determinano le zone contaminate a quali sono associate i metodi di gestione. Il vantaggio di questo sistema sta nel semplificare il livello decisionale mentre lo svantaggio sta nel fatto che non è un sistema flessibile, è variabile e a volte manca di fondamenti scientifici;
- ☞ “Sistema ecotossicologico” consiste nel riprodurre il più fedelmente possibile in laboratorio le condizioni naturali dell'ambiente considerato e analizzare l'effetto dei contaminanti presenti nel sedimento sulle differenti componenti dell'ecosistema (organismi, catena alimentare ecc...). Il vantaggio di questo sistema sta nell'approccio scientifico e nel conoscere la misura diretta degli effetti di tutti i contaminanti presenti. Lo svantaggio è nei costi elevati, nella difficoltà di selezionare degli organismi rappresentativi dell'ecosistema e nella riproduzione esatta in laboratorio delle condizioni ambientali riscontrate in situ;
- ☞ “Sistema caso per caso” si basa su un numero limitato di analisi che vengono effettuate in laboratorio in funzione di dati già preesistenti che permettono di valutare la qualità della matrice sedimentaria. Il vantaggio di questo sistema sta nel fatto che è molto flessibile ma le procedure che vengono attuate sono molto lunghe. Questo è un sistema principalmente utilizzato nel Regno Unito.

In Francia vengono distinti due livelli di contaminazione N1 e N2 sui quali si decidono le opzioni di gestione del sedimento. I sedimenti che presentano concentrazioni inferiori a N1 possono essere rimessi in mare a differenza di quelli che mostrano concentrazioni maggiori di N2. Questi ultimi sedimenti devono essere sottoposti ad uno studio completo e

più accurato cosa che viene fatta anche per i sedimenti che presentano concentrazioni comprese tra N1 e N2.

PARAMETRI D'ANALIZZARE	N 1	N 2
<b>ELEMENTI IN TRACCE (mg/Kg)</b>		
As	25	50
Cd	1,2	2,4
Cr	90	180
Cu	45	90
Hg	0,4	0,8
Ni	37	74
Pb	100	200
Zn	276	552
<b>POLICLOROBIFENILI (mg/Kg)</b>		
PCB - 28	0,5	1
PCB - 52	0,025	0,05
PCB - 101	0,025	0,05
PCB - 118	0,05	0,1
PCB - 138	0,025	0,05
PCB - 153	0,05	0,1
PCB - 180	0,05	0,1
PCB totali	0,025	0,05
<b>AZOTO TOTALE (Kg/j)</b>	1,2	12
<b>FOSFORO TOTALE (Kg/j)</b>	0,3	3

**Tab. 2.2.1.** Concentrazioni francesi espresse in mg/kg m. s. (situazione del 1998-2000).

La Francia è il solo Paese a non aver presentato i limiti per i quali il deposito a terra diventa obbligatorio mentre per tutti gli altri Paesi esiste un limite di qualità per ciascun metallo pesante che obbliga a procedere con un deporto a terra del sedimento.

### **2.2.1. Confronto dell'attività di dragaggio francese con quella italiana**

In Italia vengono distinte 3 classi di qualità: A, B e C; in base alle quali è possibile decidere come utilizzare e destinare il sedimento dragato. Solamente il sedimento che presenta le caratteristiche che gli permettono di rientrare nella classe A, come ultima opzione, può essere immesso in mare. I sedimenti che vengono classificati in classe B possono essere riutilizzati a terra o riversati nelle vasche di colmata e come ultima opzione smaltiti in discarica. Per i sedimenti di classe C il riutilizzo non è possibile in quanto sono matrici che presentano alte concentrazioni di contaminanti e quindi devono essere depositati in bacini di contenimento o in discariche a terra con particolari attenzioni. L'APAT distinguendo queste tre classi di qualità ha stabilito i limiti per i quali il sedimento non può più essere riversato in mare ma deve essere depositato a terra e trattato. Le concentrazioni N1 e N2 dei metalli pesanti riportate nella Tab. 2.2.1.1. sono più alte del LCB e del LCL riportati nel manuale dell'APAT fatta eccezione per il Cr e per il Ni rispetto al LCB.

Quello che si può notare è che le concentrazioni N2 sono maggiori di quelle del nostro LCL (Tab. 2.2.1.1.) quindi in Francia possono venir riversati in mare anche se dopo esser trattati sedimenti che avendo concentrazioni maggiori al nostro LCL non potrebbero mai essere riversati in mare.

PARAMETRI D'ANALIZZARE	N 1	LCB	N 2	LCL
<b>ELEMENTI IN TRACCE (mg/Kg)</b>				
As	25	25	50	32
Cd	1,2	0,35	2,4	0,8
Cr	90	100	180	360
Cu	45	40	90	52
Hg	0,4	0,4	0,8	0,8
Ni	37	70	74	75
Pb	100	40	200	70
Zn	276	100	552	170
<b>POLICLOROBIFENILI (mg/Kg)</b>				
PCB - 28	0,5	-	1	-
PCB - 52	0,025	-	0,05	-
PCB - 101	0,025	-	0,05	-
PCB - 118	0,05	-	0,1	-
PCB - 138	0,025	-	0,05	-
PCB - 153	0,05	-	0,1	-
PCB - 180	0,05	-	0,1	-
PCB totali	0,025	0,005	0,05	0,189
<b>AZOTO TOTALE (Kg/j)</b>	1,2	-	12	-
<b>FOSFORO TOTALE (Kg/j)</b>	0,3	-	3	-

**Tab. 2.2.1.1.** Confronto tra le concentrazioni espresse in mg/kg francesi N2 ed italiane LCL.

### **2.3. La gestione dei dragaggi portuali in *Australia***

Prima dell'attività di campionamento e dello studio pilota per effettuare l'attività di dragaggio il proponente deve sviluppare un "piano di campionamento e di analisi" (SPA) che deve essere approvato in modo da effettuare l'attività di campionamento nel miglior modo possibile e prelevare i campioni il più rappresentativi possibile dell'area da sottoporre a dragaggio. I campioni devono essere prelevati con tecniche adeguate, devono essere trasportati e immagazzinati propriamente finché non viene esaminato con procedure adeguate. Il SAP deve contenere una serie d'informazioni tra cui:

- ✎ gli obiettivi del campionamento ed il programma di analisi;
- ✎ una breve descrizione dell'attività di dragaggio proposta incluso il progetto dell'area da dragare;
- ✎ una lista di contaminanti "pericolosi" basata su dati bibliografici dell'area da dragare;
- ✎ considerazione dei potenziali fattori ambientali che possono aver effetto sulla contaminazione;
- ✎ una proposta sul disegno di campionamento incluse le mappe dell'area da dragare e la locazione dei siti da campionare;
- ✎ un piano di contingenza;
- ✎ una stima del numero di campioni incluse le repliche con il relativo volume richiesto per le analisi;
- ✎ le precauzioni per la salute e la sicurezza;
- ✎ laboratori usati per le analisi;
- ✎ procedure per la gestione dei dati.

L'attività di campionamento ed il numeri di campioni variano in funzione dell'area da dragare. A seconda dell'area da dragare si possono distinguere:

☞ *Piccoli progetti* (meno di 50,000 m<sup>3</sup>) l'area viene trattata come unico sito. Il sito inizialmente deve essere classificato come: “probabilmente contaminato”, “sospetto” o “probabilmente pulito”. Quando i dati danno una buona qualità del sito il numero dei campioni per il “probabile contaminato” e “probabile pulito” può essere dimezzato.

Il sito da campionare viene selezionato ponendo una griglia a maglie quadrate sull'area da dragare così che il numero delle maglie sia 5 volte maggiore del numero dei campioni da prelevare. Le maglie devono essere numerate a random e i campioni devono essere prelevati al centro di ogni maglia.

☞ *Progetti medio grandi* (50,000 – 500,000 m<sup>3</sup>). Se si sa che la distribuzione dei contaminanti è uniforme tutta l'area da dragare può essere trattata come un singolo sito se invece la contaminazione varia nell'area da dragare bisogna dividere l'area in diversi siti basati sulla caratterizzazione chimica. Il campionamento viene condotto nei diversi siti in modo random ed il numero dei campioni da prelevare varia in funzione del volume dell'area del sito da dragare. Ogni sito deve essere classificato come: “probabilmente contaminato”, “sospetto” o “probabilmente pulito”. Quando i dati bibliografici mostrano una buona qualità del sito il numero dei campioni per il sito “probabilmente contaminato” e “probabilmente pulito” può essere dimezzato.

☞ *Grandi progetti* (maggiori di 500,000 m<sup>3</sup>) l'area da dragare viene suddivisa in diverse zone in base alla concentrazione dei contaminanti ed il numero dei siti da campionare dipende d'area della zona. Ogni zona deve essere classificata come: “probabilmente contaminata”, “sospetto” o “probabilmente pulita”. Quando si ha una buona qualità del sito il numero dei campioni per il “probabilmente contaminato” e “probabilmente pulito” può essere dimezzato.



Nella tabella seguente sono riportati il numero dei siti da campionare in funzione del volume dell'area.

Volume di materiale da dragare m <sup>3</sup>	Numero dei siti da campionare
0 - 10,000	6
10,000 - 17,000	7
17,000 - 23,000	8
23,000 - 30,000	9
30,000 - 37,000	10
37,000 - 43,000	11
43,000 - 50,000	12
50,000 - 58,000	13
58,000 - 67,000	14
67,000 - 75,000	15
75,000 - 83,000	16
83,000 - 92,000	17
92,000 - 100,000	18
100,000 - 141,000	19
141,000 - 182,000	20
182,000 - 223,000	21
223,000 - 264,000	22
264,000 - 305,000	23
305,000 - 346,000	24
346,000 - 386,000	25
386,000 - 427,000	26
427,000 - 468,000	27
468,000 - 509,000	28

**Tab. 2.3.1.** Numero dei siti da campionare in funzione dei m<sup>3</sup> del volume di materiale da dragare.

La strumentazione con cui viene effettuato il campionamento varia in funzione dalla profondità a cui si deve dragare. Generalmente il campionamento viene effettuato utilizzando i carotatori. Per le basse profondità viene effettuato il carotaggio manualmente o mentre per maggiori profondità si utilizza un carotatore a pistone o il vibrocorer. La lunghezza della carota che viene prelevata è in funzione della profondità a cui si deve dragare. I campioni all'interno della carota vengono prelevati uno nei primi 50 cm un secondo nell'intervallo di 50 – 100 cm e un altro al di sotto del metro.

Una volta prelevati i campioni vengono condotte diverse analisi che comprendono i parametri riportati nella seguente tabella con i rispettivi livelli base e massimi:

PARAMETRI D'ANALIZZARE    LIVELLO BASE    LIVELLO MASSIMO

<b>METALLI E METALLOIDI (mg/Kg)</b>		
Sb	2	25
As	20	70
Cd	1,5	10
Cr	80	370
Cu	65	270
Pb	50	220
Hg	0,15	1
Ni	21	52
Al	1	3,7
Zn	200	410
<b>COMPOSTI ORGANICI (µg/Kg ppb)</b>		
Σ PCBs	23	-
<i>Pesticidi</i>		
DDD	2	20
DDE	2,2	27
Total DDT	1,6	46
Dieldrin	0,02	8
Clordano	0,5	6
Lindano (HCH)	0,32	1
Endrin	0,02	8
<i>Idocarburi policiclici aromatici (µg/Kg)</i>		
Acenafte	16	500
Acenaphthalene	44	640
Antracene	85	1100
Fluorene	19	540
Naftalene	160	2100
Fenantrene	240	1500
IPA a basso peso molecolare	552	3160
Benzo [a] antracene	261	1600
Benzo [a] pirene	430	1600
Dibenzo [a,h] antracene	63	260
Fluorantene	600	5100
Crisene	384	2800
2-metilnaftalene	70	670
Pirene	665	2600
IPA ad alto peso molecolare	1700	9600
IPA totali	4000	45000
Tributilstagno	5 µg Sn/Kg	70 µg Sn/Kg

**Tab. 2.3.2.** Concentrazioni del livello base e del livello massimo dei parametri da analizzare.

I test tossicologici vengono effettuati quando i parametri chimici superano i valori massimi delle linee guida e quando il contaminante risulta essere biodisponibile in modo da poter valutare l'effetto dei contaminanti sulla componente bentonica e sulla colonna d'acqua. Per valutare gli effetti sulla componente bentonica vengono utilizzate le specie di *Corophium* e l'alga *Entomoneis punculata* mentre per la colonna d'acqua viene utilizzato il *Penaeus monodon*, *Vibrio fischeri*, *Nitzschia closterium*, larve di bivalvi e di riccio di mare. Il numero dei test tossicologici che devono essere effettuati varia in funzione del volume d'area da dragare come mostrato nella tabella seguente.

Volume di materiale da dragare m <sup>3</sup>	Numero dei siti da campionare
0 - 50,000	3
50,000 - 100,000	4
100,000 - 200,000	5
200,000 - 350,000	6
350,000 - 500,000	7
> 500,000	2 in più ogni 250,000 m <sup>3</sup>

**Tab. 2.3.3.** Numeri dei siti da campionare per i test tossicologici in funzione dei m<sup>3</sup> dell'area da dragare.

### 2.3.1 Confronto dell'attività di dragaggio australiana con quella italiana

Come previsto dal manuale australiano anche nel capitolo 1 del “*Manuale per la movimentazione di sedimenti marini*” sono indicate le modalità di presentazione della domanda di autorizzazione e la documentazione da allegare. L'iter procedurale prevede una domanda di autorizzazione al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare tramite la capitaneria di porto competente. Oltre a questa domanda deve essere presentata un'autorizzazione alla Regione competente che contenga anche una relazione tecnica descrittiva all'interno della quale sono presenti:

- ✎ i motivi per i quali deve essere effettuato il dragaggio;
- ✎ la quantità del materiale che deve essere movimentato;
- ✎ la scheda di bacino che consiste in una raccolta d'informazioni riguardanti il sito da sottoporre ad attività (natura, opere marittime, caratteristiche fisiche e meteo marine, traffico navale, ubicazione dei possibili siti inquinanti, i siti di destinazione del materiale dragato negli ultimi 10 anni, un programma delle attività di dragaggio ecc...;
- ✎ le caratteristiche ambientali dell'area da dragare: piano di campionamento, planimetria, batimetria del fondale, posizione del sito da campionare ecc...;
- ✎ caratteristiche ambientali dell'area di deposizione;
- ✎ modalità di dragaggio;
- ✎ modalità di esecuzione dei lavori di deposizione;
- ✎ ipotesi di impatto ambientale e sulla salute umana;
- ✎ piano di monitoraggio;
- ✎ ecc...

A differenza del manuale australiano che divide l'area da dragare in diverse zone in funzione della dimensione dell'area stessa, il manuale dell'APAT prevede che sull'area da dragare venga posta una griglia a maglie quadrate le cui dimensioni variano in funzione della loro posizione. In prossimità delle banchine le maglie sono di 50 x 50 m, all'interno dell'area portuale sono di 100 x 100 m e al di fuori dell'imboccatura portuale sono di 200 x 200m.

In Italia la strumentazione utilizzata per il campionamento varia in funzione della profondità a cui si deve dragare. Per effettuare campionamenti fino ad una profondità di 50

cm viene utilizzata la benna, il *box corer* o subacquei con *liner* e per profondità maggiori vengono utilizzati i carotatori con testa a rotazione e a rotopercussione, e potenza idraulica idonea alle caratteristiche del fondale da campionare o con *vibrocorer*.

Le sezioni di carota che vengono prelevate per le analisi di tipi chimico, fisico e per i test biologici è analogo a quello descritto per l’Australia.

Le analisi che vengono condotte in Italia secondo il manuale sono quasi uguali a quelle presenti nel manuale australiano. In Italia vengono maggiormente approfondite le analisi di tipo fisico, anche se si vanno a valutare solamente tre parametri quali: descrizione macroscopica, granulometria e mineralogia ed i test di tossicità mentre le analisi microbiologiche non sono menzionate.

Mettendo a confronto li livello base ed il livello minimo australiani con LCB e LCL italiani come mostrato in Tab. 2.3.1.1. si può osservare che tendenzialmente il LCB è più basso delle concentrazioni del livello di base australiano fatto eccezione per: As, Cr, Hg, Ni, Dieldrin, Clordano, Endrin e Fluorene. Cosa analoga si osserva anche mettendo a confronto LCL italiano con il livello massimo australiano. Ad eccezione del Ni e dell’endrin le concentrazioni del LCL sono più basse del livello massimo australiano.

PARAMETRI D'ANALIZZARE    LIVELLO BASE    LCB    LIVELLO MASSIMO    LCL

<b>METALLI E METALLOIDI (mg/Kg)</b>				
Sb	2	-	25	-
As	20	25	70	32
Cd	1,5	0,35	10	0,8
Cr	80	100	370	360
Cu	65	40	270	52
Pb	50	40	220	70
Hg	0,15	0,4	1	0,8
Ni	21	70	52	75
Al	1	-	3,7	-
Zn	200	100	410	170
<b>COMPOSTI ORGANICI (µg/Kg ppb)</b>				
Σ PCBs	23	4,5	-	189
<i>Pesticidi</i>				
DDD	2	1,2	20	7,8
DDE	2,2	2,1	27	3,7
Total DDT	1,6	1,2	46	4,8
Dieldrin	0,02	0,7	8	4,3
Clordano	0,5	2,3	6	4,8
Lindano (HCH)	0,32	0,3	1	1
Endrin	0,02	2,7	8	62
<i>Idocarburi policiclici aromatici (µg/Kg)</i>				
Acenaftene	16	7	500	89
Acenaftalene	44	-	640	-
Antracene	85	47	1100	245
Fluorene	19	21	540	144
Naftalene	160	35	2100	391
Fenantrene	240	87	1500	544
IPA a basso peso molecolare	552		3160	
Benzo [a] antracene	261	75	1600	693
Benzo [a] pirene	430	80	1600	763
Dibenzo [a,h] antracene	63	6	260	135
Fluorantene	600	113	5100	1494
Crisene	384	108	2800	846
2-metilnaftalene	70	-	670	-
Pirene	665	153	2600	1398
IPA ad alto peso molecolare	1700	-	9600	-
IPA totali	4000	900	45000	4000
Tributilstagno	5 µg Sn/Kg	-	70 µg Sn/Kg	-

**Tab. 2.3.1.1.** Concentrazioni del livello base e del livello massimo australiani in relazione con il LCB e LCL italiani.

Per i test di tossicità il “*Manuale per la movimentazione di sedimenti marini da dragare*” prevede l’utilizzo di un numero maggiore di gruppi tassonomici ed alcune specie come *Vibrio fischeri*, *Chorophium* vengono utilizzati da tutti e due i manuali come saggi biologici. Secondo il manuale dell’APAT il numero dei test di tossicità deve essere minimo di 3 di cui, almeno una d’applicare alla fase solida ed una alla fase liquida su tutti i campioni di sedimento che vengono prelevati. Il numero dei test che vengono effettuati basandosi sul manuale italiano è molto maggiore di quello che prevede il manuale australiano che identifica il numero dei siti da campionare per effettuare questi test in funzione dei m<sup>3</sup> dell’area da dragare.

In conclusione si può notare che anche se il tipo di analisi che vengono effettuate in tutti e due i Paesi sono quasi uguali in Italia il numero dei campioni che vengono prelevati e quindi il numero della analisi che vengono effettuate è maggiore ottenendo in questo modo una migliore caratterizzazione dell’area.

## **2.4. La gestione dei dragaggi portuali in *America***

Negli Stati Uniti l'Environmental Protection Agency (EPA) e l'United States Army Corps of Engineers (USACE) hanno sviluppato una serie di documenti guida per lo scarico del materiale dragato in mare e vicino la costa. Uno dei diversi documenti guida sviluppato congiuntamente dai due enti è il manuale "Evaluation of Dredged Material Proposed For Discharge in Waters of the U.S. – Testing Manual".

Per considerare e ridurre i rischi sia ecologici sia per la salute umana dovuti ai sedimenti contaminati l'EPA ha sviluppato una Strategia per la Gestione dei Sedimenti Contaminati (Strategy; Southerland et al. 1992). Una componente di questa Strategia è lo sviluppo dei Criteri di Qualità del Sedimento (SQC) che riportano i valori delle concentrazioni chimiche nei sedimenti che possono determinare effetti nocivi agli organismi bentonici.

Lo studio di un potenziale impatto ambientale dell'attività di dragaggio secondo il manuale "Evaluation of Dredged Material Proposed For Discharge in Waters of the U.S. – Testing Manual" si articola in 4 fasi:

- I fase: si effettua una raccolta di tutte le informazioni sul sito da dragare a partire dai potenziali contaminanti che potrebbero essere presenti nell'area in funzione delle attività che in essa si sono svolte nel passato (ex. agricoltura, industria, depositi minerari ecc...), informazioni sul sito da dragare (batimetria, correnti, tipo di sedimento ecc...) e sul sito in cui si mette il materiale dragato. Nel caso in cui non si disponga di tutte queste informazioni bisogna integrare queste poche informazioni con delle analisi chimiche effettuate sul materiale da dragare;
- II fase: viene effettuato uno studio di tipo chimico sui campioni raccolti (elutriato ed organismi bentonici) andando a valutare la qualità dell'acqua e il bioaccumulo negli organismi;
- III fase: vengono effettuati i test tossicologici sia sugli organismi planctonici, presenti nell'elutriato, sia sugli organismi bentonici;
- IV fase: viene attuata nel caso in cui le fasi precedenti non fossero esaustive. Vengono condotti altri test di tossicità sull'elutriato e sulla componente bentonica, test di bioaccumulo sugli organismi ed eventuali altri test. Le analisi che vengono



effettuate in questa fase vengono definite “caso per caso” perché possono variare ad ogni attività di dragaggio.

Secondo il manuale l'attività di dragaggio può essere suddivisa in più progetti separati (orizzontali e/o verticali) che possono essere trattati insieme o separatamente tramite una gestione unitaria. La suddivisione in progetti viene generalmente effettuata quando le caratteristiche dell'area da sottoporre ad attività di dragaggio non sono omogenee; in questo modo ogni progetto presenta delle caratteristiche diverse da quello adiacente. Grandi attività di dragaggio in aree industrializzate possono essere suddivise in più progetti orizzontali ed in uno o più progetti verticali. L'operazione di dragaggio in un'area non industrializzata caratterizzata da una distribuzione relativamente uniforme di tipi di sedimenti può essere considerata come un singolo progetto. La suddivisione verticale non può essere applicata in aree di secca o in cui avviene il mixing, dovuto per esempio al passaggio delle navi, ma in aree dove il sedimento è omogeneo. Se i dati analitici e sperimentali raccolti, di due o più progetti, sono simili, queste aree possono essere trattate insieme come un unico progetto cosa che non può essere fatta se i test risultano differenti.

I campioni che devono essere prelevati per effettuare le analisi di qualità devono essere il più rappresentativi possibili dell'area e il loro numero varia da caso a caso. Il sito in cui prelevare i campioni ed il loro numero è in funzione di diversi fattori che devono essere presi in considerazione come per esempio: batimetria, flusso della corrente, fonte di contaminazione ed altre caratteristiche fisiche. I campioni che vengono prelevati sono: il sedimento che deve essere dragato, il sedimento di un sito di controllo, l'acqua e alcune specie di organismi. Su questi campioni vengono effettuate analisi chimiche, fisiche e saggi biologici.

Sulla matrice solida vengono eseguite analisi:

ANALISI DELLA MATRICE SOLIDA		
PARAMENTRI FISICI E CHIMICI	Granulometria	
	Metalli	Zn, As, Cd, Ni, Pb, Al, Cu, Co, Cr, Fe, Mn, Hg, Sb, Se, Be, Tl
	Policlorobifenili	PCB-1242, PCB-1254, PCB-1221, PCB-1232, PCB-1248, PCB-1260, PCB-1016
	Pesticidi	Aldrin, Dieldrin $\alpha$ , Chlordane, Dacthal, DDT, $\alpha$ -esaclorocicloesano, $\beta$ -esaclorocicloesano, $\gamma$ -esaclorocicloesano (Lindano), $\delta$ -esaclorocicloesano, eldrin, mirex, metossicloro, ecc...
	IPA	Fluorantene, Naftalene, Antracene, Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Indopirene, Acenaftene, Fluorene, Pirene, Benzo(a)antracene, Crisene, Dibenzo(a,h)antracene, 1-metilnaftalene, 2-Metilnaftalene, Acenaftilene, Fenantrene
	Idrocarburi aromatici volatili	Benzene, Etilbenzene, Toluene
	Fenoli	Fenolo, 2,4-dimetilfenolo, 2-metilfenolo, 4-metilfenolo
	TOC	
	Solidi totali	
	TEST BIOLOGICI	

Tab. 2.4.1. Parametri analizzati sulla matrice solida dei campioni prelevati.

Nei campioni d'elutriato vengono eseguite le seguenti analisi:

ANALISI DEI CAMPIONI DI ELUTRIATO		
PARAMENTRI FISICI E CHIMICI	Particellato	
	Metalli	Zn, As, Cd, Ni, Cr III, Cr IV, Hg, Cu, Pb, Tl, Sb, Al, Se, Be, Metilmercurio, Fenilmercurio, Mercurio acetato
	COD	
	TOC	
	TIC	
	Composti organici volatili	
	Fosforo totale	
	Solidi volatili	
	Solidi totali	
	TEST BIOLOGICI	

Tab. 2.4.2. Parametri analizzati sui campioni di elutriato prelevati.

Per i test biologici possono venir utilizzate diverse specie di organismi che variano in funzione della zona in cui si effettua l'attività di dragaggio (vicino o lontano dalla costa). Di seguito sono riportate le specie bentoniche vicino costa che vengono utilizzate nei test tossicologici per valutare il potenziale impatto del contaminante nella colonna d'acqua:

<b>SPECIE TARGET</b>	
Crostacei	<i>Mysidopsis sp.</i>
	<i>Neomysis americana</i>
	<i>Holmesimysis costata</i>
	<i>Palaemonetes sp</i>
	<i>Pneaeus sp.</i>
Pesci	<i>Menidia sp.</i>
	<i>Citharichthys stigmaeus</i>
	<i>Cyprinodon variegatus</i>
	<i>Leuresthes tenuis</i>
Bivalvi	<i>Crassostrea sp.</i>
	<i>Mytilus edulis</i>
Echinodermi	<i>Lytechinus pictus</i>
	<i>Dendraster sp.</i>
	<i>Strongylocentrotus sp.</i>

**Tab. 2.4.3.** Elenco delle specie target utilizzate per valutare l'impatto dei contaminanti nella colonna d'acqua.

Le specie vicino costa che vengono utilizzate per i test di tossicità acuti, condotti nella III fase sono:

SPECIE TARGET	
Crostacei anfipodi	<i>Ampelisca abdita</i>
	<i>Rhepoxynius abronius</i>
	<i>Grandidierella japonica</i>
	<i>Corophium sp.</i>
	<i>Leptocherius plumulosus</i>
Policheti	<i>Neanthes arenaceodentata</i>

**Tab. 2.4.4.** Elenco delle specie target utilizzate per i test di tossicità acuti.

Le specie vicino costa (N) e lontano dalla costa (F) che vengono utilizzate per analizzare il bioaccumulo sono:

SPECIE TARGET	
Policheti	<i>Neanthes arenaceodentata (N)</i>
	<i>Nereis vires (N)</i>
	<i>Arenicola marina (N)</i>
Oligocheti	<i>Lumbriculus variegatus (F)</i>
Larve d'insetti	<i>Hexagenia limbata o sp. (F)</i>
Bivalvi	<i>Macoma nasuta (N)</i>
	<i>Yoldia limatula (N)</i>
Crostacei	<i>Diporeia sp. (F)</i>

**Tab. 2.4.5.** Elenco delle specie target utilizzate per analizzare il bioaccumulo.

### **2.4.1. Confronto dell'attività di dragaggio americana con quella italiana**

I parametri che vengono analizzati per classificare e caratterizzare il sedimento sono di tipo fisico, chimico e microbiologico. Oltre a queste analisi vengono effettuate anche quelle di tipo ecotossicologico attraverso l'utilizzo di saggi biologici per valutare la qualità dei materiali da dragare. I gruppi tassonomici che noi utilizziamo sono pressoché uguali a quelli che vengono indicati nel manuale e sono: alghe, batteri, rotiferi, molluschi, crostacei, echinodermi e pesci. A differenza del manuale americano nel nostro non viene fatta una distinzione per gli organismi che vivono vicino o lontano dalla costa. Specie che non vengono utilizzate da noi come saggi biologici sono gli oligocheti e le larve d'insetti. Per effettuare le analisi secondo il manuale vengono scelte tre specie-test di tre gruppi tassonomici diversi di cui, almeno una d'applicare alla fase solida ed una alla fase liquida della matrice sedimentaria.

### 3. LEGISLAZIONE NAZIONALE

Anche se le attività di dragaggio sono state da sempre considerate importanti, in passato non esiste una normativa specifica a tal riguardo. Gli unici cambiamenti di cui i legislatori si sono occupati hanno riguardato la designazione dell'autorità competente e proposta a sovrintendere tale attività. Perciò, ricostruire un quadro storico normativo, vuol dire, cercare principi e regole non precise sull'argomento bensì in altri campi ad esso collegati, come la disciplina sui porti, il codice della navigazione ed il testo unico sulle opere marittime.

Risale al 10/05/1976 la Legge 319: norme per la tutela delle acque dall'inquinamento, per arrivare dieci anni dopo al documento attuativo: DM 24/1/96 direttiva inerenti le attività istruttorie per il rilascio delle autorizzazioni di cui all'art. 11 della Legge 319, decreto a cui ancora oggi facciamo riferimento. L'anno seguente con il D. Lgs. 22/97, più conosciuto come "Decreto Ronchi" si comincia a porre più attenzione al materiale che viene immerso e prelevato. Seguono negli anni il D. Lgs. 152/99 modificato dal D. Lgs. 258/2000, ma per ognuno di essi non ci sono regolamenti attuativi per cui ancora oggi per quel che riguarda i dragaggi si deve fare riferimento al DM 24/1/96. La legge 179/2002: disposizioni in materia ambientale, risente già delle direttive europee sull'ambiente e le introduce nella nostra normativa. Nel 2006 l'aggiornamento del D. Lgs. 152/2006 abroga il D. Lgs. 22/97.

Fanno da corollario a tutte queste leggi e decreti molte circolari emesse dagli enti interessati e soprattutto c'è un ricco proliferale di normative regionali e locali proprio in virtù dell'applicazione del decentramento amministrativo previsto dal D. Lgs. 112/98. Questo però da una parte ha snellito la burocrazia ma dall'altro canto ha creato una varietà di normative locali e regionali sullo stesso argomento.

Nel 2002 l'APAT e l'ICRAM redigono il "*Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini*", su incarico del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, proprio con l'intento di dare delle linee guida per tutto il territorio nazionale per quel che riguarda il campionamento, la gestione e le analisi sul materiale dragato.

## **4. MANUALE PER LA MOVIMENTAZIONE DI SEDIMENTI MARINI APAT-ICRAM**

### **4.1. Domanda di autorizzazione**

Per qualsiasi operazione di rinascimento di arenili o di ricostruzione di strutture naturali in ambito costiero, e relative operazioni di prelievo delle sabbie da aree fluviali o litoranee, o di deposizione all'interno di bacini di contenimento, di banchine o terrapieni in ambito portuale, l'Ente deve presentare apposita domanda di autorizzazione alla Regione competente o a diversa autorità indicata nella legge regionale .

La domanda di autorizzazione deve essere corredata da una relazione tematica descrittiva che contenga:

- ✎ le motivazioni delle attività di dragaggio e la quantità di materiale da movimentare;
- ✎ la Scheda di Bacino Portuale;
- ✎ la caratterizzazione ambientale dell'area da dragare con particolare riferimento a:
  - caratteristiche meteo marine e idrodinamiche generali e specifiche del sito;
  - piano di campionamento con planimetria in scala opportuna riportante le eventuali opere marittime previste, le batimetrie del fondale attuale e quelle previste al termine dell'attività di dragaggio e l'esatta posizione delle stazioni di campionamento;
  - metodiche di campionamento e di analisi impiegate;
  - risultanze analitiche relative alla caratterizzazione;
  - classificazione del materiale;
  - opzioni di gestione proposte compatibili con la classificazione.
- ✎ la caratterizzazione ambientale delle aree di deposizione con particolare riferimento a:
  - studio delle caratteristiche meteo marine e idrodinamiche generali e specifiche del sito,
  - piano di campionamento con planimetria in scala opportuna e l'esatta posizione delle stazioni di campionamento;
  - metodiche di campionamento e di analisi impiegate;
  - risultati analitici della caratterizzazione;
  - valutazione della compatibilità del sito di deposizione rispetto all'opzione di gestione proposta.

- ☞ la modalità di dragaggio con particolare riferimento a:
  - mezzi impiegati e sistema di escavazione adottati;
  - ratei di escavazione e tempistica dei lavori;
- ☞ la modalità di esecuzione dei lavori di deposizione con particolare riferimento a:
  - modalità di trasporto, tempistica e rotte da seguire;
  - modalità, mezzi e ratei di posa;
  - ripartizione spaziale del materiale deposto;
- ☞ l'ipotesi di impatto ambientale e sulla salute umana della compatibilità rispetto alle opzioni di gestione proposte.

Devono inoltre essere esplicitate:

- le possibili interferenze con le attività ricreative, di pesca commerciale o con altri usi legittimi del mare;
- l'individuazione delle eventuali misure di mitigazione degli effetti previsti;
- nel caso di operazioni ripetute nel tempo, le ipotesi d'impatto devono considerare gli effetti cumulativi delle singole operazioni.



## 4.2. Criteri di campionamento dei sedimenti in aree portuali

L'attività di campionamento deve consentire una caratterizzazione significativa dell'intera area da sottoporre a movimentazione a tal fine all'interno del Manuale sono indicate dalle linee guida, per l'attività di campionamento, che prevedono la suddivisione dell'area portuale in tre tipologie distinte..

### ❧ TIPOLOGIA «1»

Lungo il perimetro interno del porto dell'area da sottoporre a dragaggio, caratterizzato dalla presenza di manufatti, quali ad esempio pontili, darsene e banchine.

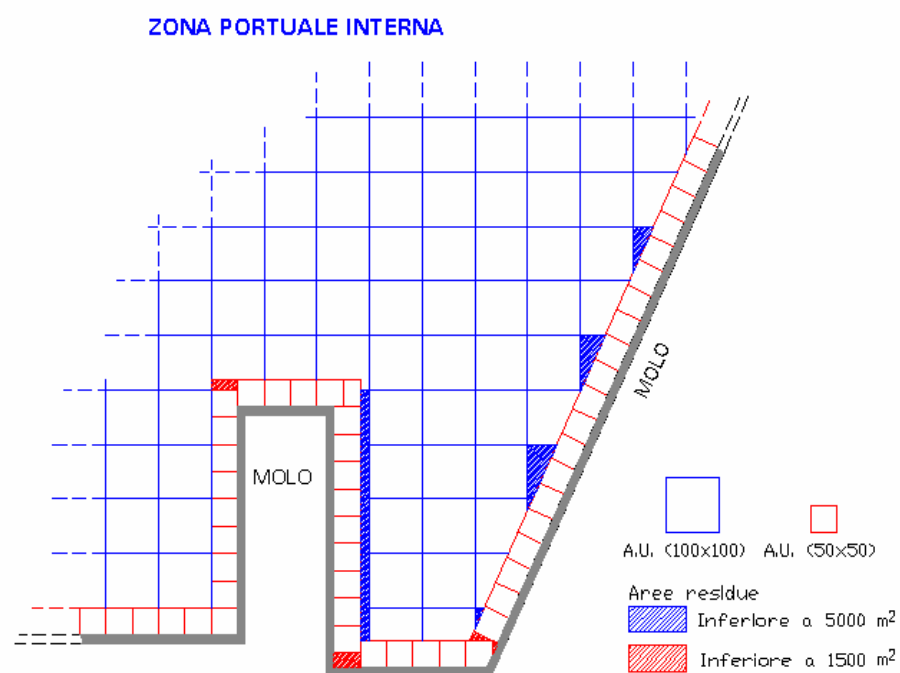
### ❧ TIPOLOGIA «2»

Nelle zone interne, all'area da sottoporre a dragaggio ad una distanza maggiore di 50 m dai manufatti.

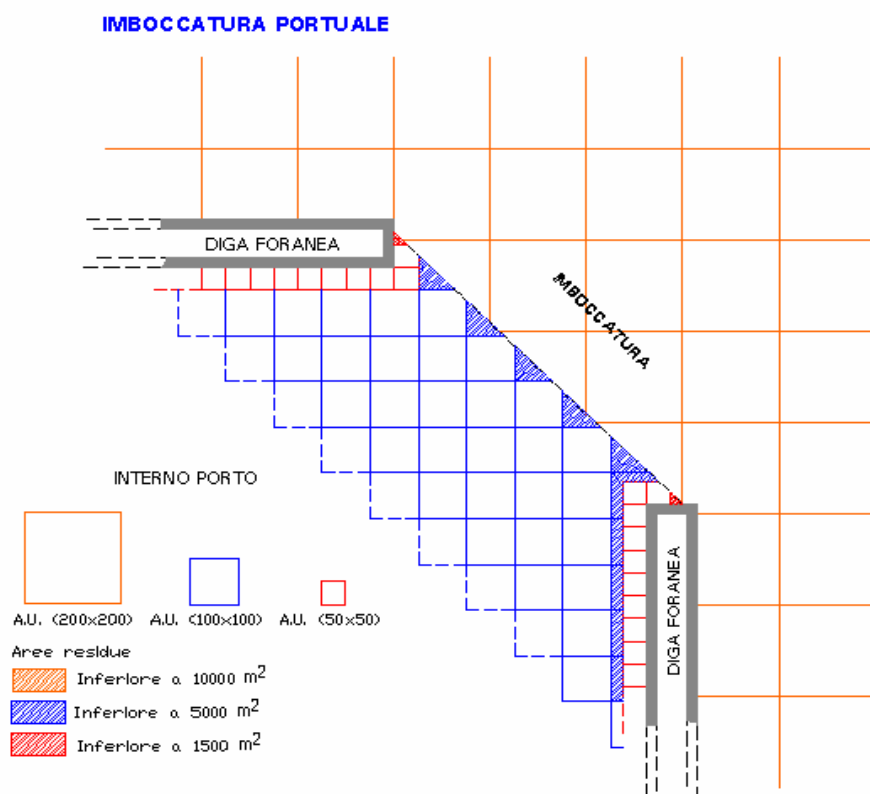
### ❧ TIPOLOGIA «3»

Nell'ambito delle imboccature portuali, delle zone esterne al porto a esso adiacenti, lungo le dighe di protezione esterna e le barriere frangiflutti, nonché di altre aree adiacenti alla linea di costa, all'area da sottoporre a dragaggio.

Ogni tipologia d'area è caratterizzata dalla sovrapposizione di una griglia a maglie quadrate le cui dimensioni variano in funzione della tipologia stessa. Per le aree di *tipologia 1* le maglie sono di mt. 50 x 50 e le aree residue, risultanti dal frazionamento nei lotti di 2.500 m<sup>2</sup>, possono essere tralasciate se di superficie inferiore a 1.500 m<sup>2</sup>; sulle aree di *tipologia 2* deve essere sovrapposta una griglia a maglia quadrata di lato pari a 100 m. Tale griglia di aree unitarie deve essere posizionata in contiguità con le eventuali aree unitarie di tipo «1» e «3». Eventuali aree residue, risultanti dal frazionamento nei lotti di 10.000 m<sup>2</sup>, possono essere tralasciate se di superficie inferiore a 5.000 m<sup>2</sup>. Per le aree di *tipologia 3* deve essere sovrapposta una griglia a maglia quadrata di lato pari a 200 m. Tale griglia deve essere posizionata in contiguità con le griglie di aree unitarie «1» e «2» ove presenti. Eventuali aree residue, risultanti dal frazionamento nei lotti di 40.000 m<sup>2</sup>, possono essere tralasciate se di superficie inferiore a 10.000 m<sup>2</sup>.



**Fig. 4.2.2.1.** Esempio di posizionamento delle aree unitarie di tipologia 1 e 2.



**Fig. 4.2.2.2.** Esempio di posizionamento delle aree unitarie di tipologia 1, 2 e 3.

### 4.3. Siti di campionamento

All'interno di ciascuna area unitaria (maglia) e per tutte le tipologie deve essere individuato un solo punto di campionamento, rappresentativo dell'area unitaria, posizionato in funzione del volume di materiale da dragare e della distanza dal punto delle aree unitarie contigue. Per le aree di *tipologia 1* il sito da campionare deve essere ubicato a ridosso dei manufatti interni al porto, per quelle di *tipologia 2* nelle zone centrali del porto a distanza dai manufatti e per le aree di *tipologia 3* nelle zone all'ingresso dei porti o lungo i litorali adiacenti a zone portuali.

### 4.4. Strumenti di campionamento e modalità di prelievo

Le strumentazioni che vengono utilizzate per l'attività di campionamento variano in funzione delle profondità da raggiungere, della quantità di materiale d'analizzare e dalla necessità di mantenere il campione indisturbato. In generale la tecnica di campionamento da utilizzare è quella del carotaggio. Per il campionamento del sedimento superficiale sommerso (fino a uno spessore di 50 cm), può essere utilizzata la benna, il *box corer* o mediante operatori subacquei il *liner*, con caratteristiche idonee a prelevare l'intero spessore o comunque uno strato di materiale non inferiore ai primi 20 cm. Per i sedimenti più profondi il campionamento può essere effettuato mediante il carotaggio eseguito, ad esempio, con sonda di perforazione attrezzata con testa a rotazione ed a rotopercolazione, e potenza idonea alle caratteristiche del fondale da campionare o anche mediante carotiere tipo *vibrocorer* con opportune fustelle e sistema di infissione (elettrico, pneumatico e oleodinamico), quando la profondità di prelievo e le caratteristiche dei terreni da attraversare ne consentono l'utilizzo. Il sistema di perforazione deve essere comunque tale da rendere minimo il disturbo provocato nei sedimenti attraversati, per escludere il propagarsi degli eventuali contaminanti dagli strati superficiali a quelli più profondi.


All'atto del campionamento devono essere registrate su una apposita "scheda di campionamento" tutte le informazioni riguardanti la stazione di prelievo e i parametri di identificazione del campione, rispetto alle successive attività di analisi (ad esempio: data, luogo, note meteo marine, coordinate, profondità, operatori, strumento di campionamento, sezione, descrizione macroscopica del campione (caratteristiche fisiche, colore, odore, grado di idratazione, presenza di resti vegetali o frammenti conchigliari, eventuali variazioni cromatiche e dimensionali), aliquote per le differenti indagini, note sull'ambiente circostante come presenza di fonti inquinanti, ecc.).

Per ciascun campione la quantità di materiale prelevata deve essere tale da poter essere suddivisa in due aliquote, delle quali una utilizzata per l'esecuzione delle analisi fisiche, chimiche, microbiologiche ed ecotossicologiche e l'altra conservata (da -18°C a -25°C) per le eventuali controanalisi e verifiche.

L'altezza di ciascuna carota che viene prelevata deve essere almeno pari allo spessore di materiale da dragare in quel sito. Da ciascuna carota devono essere prelevate sezioni di circa 50 cm, secondo le seguenti indicazioni:

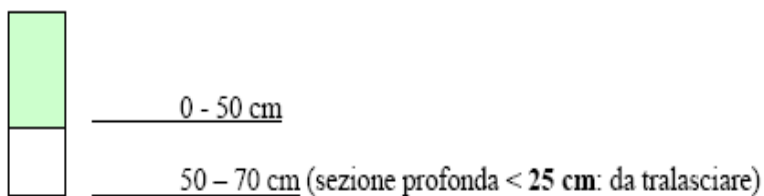
- ✎ le carote sino a 2 m di altezza devono essere suddivise in sezioni di 50 cm, a partire dalla sommità, prelevando un numero di sezioni da 1 a 4, in funzione della lunghezza della carota, tralasciando la sezione più profonda quando questa ultima risulti inferiore a 25 cm (Fig. 4.2.2.1.);
- ✎ per carote con altezza superiore ai 2 m, oltre ai 4 livelli di cui al punto precedente, deve essere prelevata una sezione di 50 cm rappresentativa di ogni successivo intervallo di 2 m, tralasciando la sezione relativa all'intervallo più profondo quando quest'ultimo risulti inferiore ad 1 m (Fig. 4.2.2.2.);
- ✎ qualora sia accertato il raggiungimento del substrato geologico naturale costitutivo dell'area, opportunamente documentato nella relazione tecnica, per il quale si possa escludere qualunque contaminazione antropica, è sufficiente il prelievo di una sola sezione di lunghezza 50 cm rappresentativa dell'intero strato di base.

### ESEMPI DI SEZIONI DELLE CAROTE DA PRELEVARE PER LE ANALISI

 : *Sezioni da analizzare*

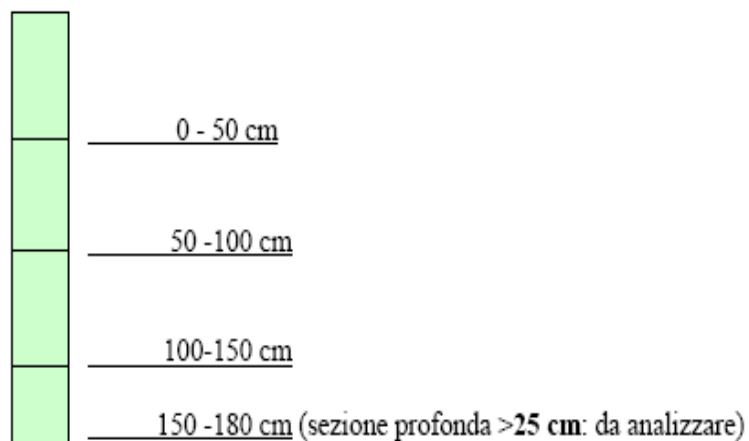
Primo esempio. Spessore di sedimento da dragare: 70 cm:

n. sezioni da analizzare : 1



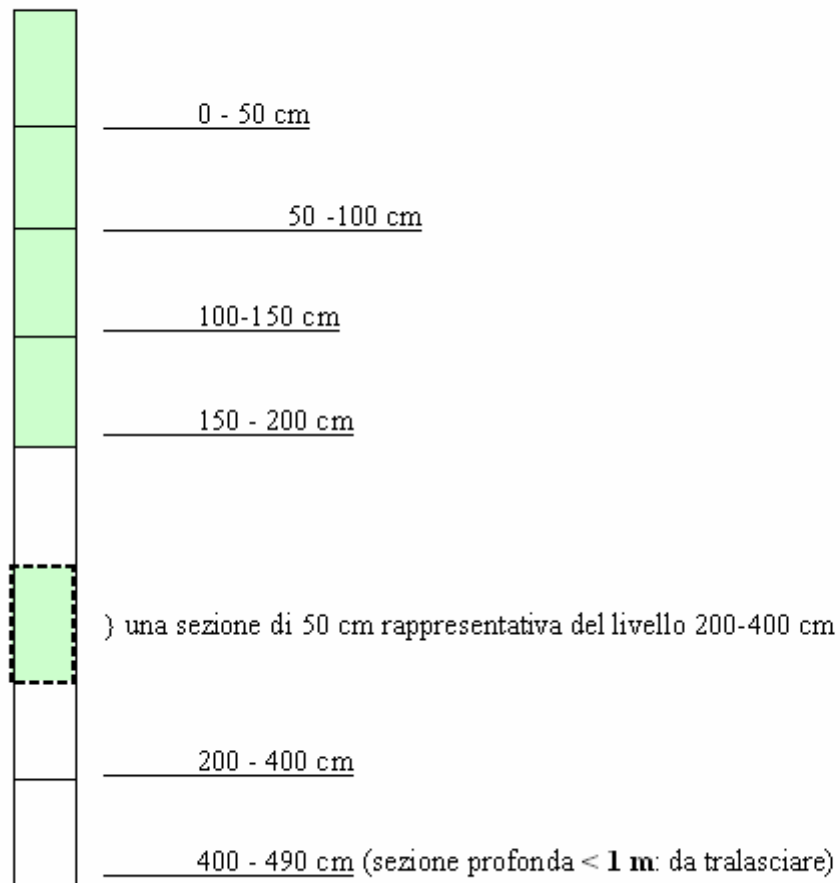
Secondo esempio. Spessore di sedimento da Dragare: 180 cm:

n. sezioni da analizzare : 4



**Fig. 4.2.2.1.** Esempi di selezione delle sezioni da analizzare in funzione dello spessore di sedimento da dragare.

Terzo esempio. Spessore di sedimento da dragare: 490 cm;  
n. sezioni da analizzare : 5



**Fig. 4.2.2.2.** Esempio di selezione delle sezioni da analizzare in funzione dello spessore di sedimento da dragare.

## **4.5. Parametri d'analizzare**

Dai campioni vanno prelevate delle aliquote sulle quali verranno eseguite diverse analisi per caratterizzare il sedimento da un punto di vista chimico, fisico, microbiologico ed ecotossicologico. Le analisi dovrebbero essere effettuate da Enti e/o Istituti Pubblici oppure da laboratori privati accreditati da organismi riconosciuti ai sensi della UNI CEI EN 17011/05. A garanzia della qualità del dato, un secondo soggetto, di diritto pubblico, dovrebbe eseguire contemporaneamente le medesime analisi su almeno il 10% dei campioni e in numero comunque non inferiore a 3. Per tali campioni occorre, quindi, prevedere il prelievo di una quantità di sedimento sufficiente alla terza aliquota.

Le risultanze analitiche possono essere considerate valide, purché non si siano verificati eventi naturali o artificiali (es. dragaggi, sversamenti accidentali) che abbiano modificato la situazione preesistente, per un periodo massimo di un anno (estensibile fino a tre sulla base delle informazioni della Scheda di Bacino) per le aree portuali.

### **4.5.1. Parametri fisici, chimici, e microbiologici**

Il Manuale per quanto riguarda i sedimenti delle aree portuali identifica diversi parametri da analizzare per le analisi fisiche, chimiche e microbiologiche (Tab. 4.5.1.1.).

Devono essere, inoltre, ricercate tutte quelle sostanze delle quali non possa essere esclusa la presenza, sulla base di indagini pregresse e/o delle caratteristiche desunte dalla Scheda di Bacino Portuale, nonché sulla base dell'elenco delle sostanze Prioritarie di cui alla decisione del Parlamento Europeo n. 2455/2001/CE.

In questi casi le sostanze aggiuntive devono essere ricercate su un numero rappresentativo di campioni, scelti in modo tale da ottenere una distribuzione il più possibile rappresentativa dell'area da caratterizzare, con particolare attenzione alle zone con maggiore contaminazione presunta.

**Tab. 4.5.1.1.** – Parametri da ricercare per la caratterizzazione e classificazione dei sedimenti di aree portuali.

	PARAMETRO	SPECIFICHE
ANALISI FISICHE	Descrizione macroscopica	Colore, odore, presenza di concrezioni, residui di origine naturale o antropica
	Granulometria	Frazioni granulometriche al $1/2\phi$ dove $\phi = -\log_2$ (diametro in mm/diametro unitario in mm)
	Mineralogia (2)	Principali caratteristiche mineralogiche
ANALISI CHIMICHE	Composti organostannici(1)	Sommatoria: Monobutil, Dibutil e Tributilstagno
	Metalli	Al, As, Cd, Cr totale, Pb, Hg, Ni, Cu, V, Zn
	Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)	IPA totali: [Fluorantene, Naftalene, Antracene, Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Indopirene, Acenaftene, Fluorene, Fenantrene, Pirene, Benzo(a)antracene, Crisene, Dibenzo(a,h)antracene, Indeno(1,2,3,c-d)pirene]
	Idrocarburi Totali	Possibilmente distinti in C<12 e C>12
	Pesticidi Organoclorurati	Aldrin, Dieldrin, $\alpha$ -esaclorocicloesano, $\beta$ -esaclorocicloesano, $\gamma$ -esaclorocicloesano (Lindano), DDD, DDT, DDE (per ogni sostanza: somma degli isomeri 2,4 e 4,4), HCB, eptacloro, eptacloro epossido, ossiclordano, cis-clordano, trans-clordano, trans-nonacloro, cis-nonacloro, eldrin, mirex, metossicloro
	Policlorobifenili	Congeneri: PCB 28, PCB 52, PCB 77, PCB 81, PCB 101, PCB 118, PCB 126, PCB 128, PCB 138, PCB 153, PCB 156, PCB 169, PCB 180 e loro sommatoria
	Clorobenzeni	Esaclorobenzene
	Carbonio organico totale o sostanza organica totale	
	Azoto Totale	
	Fosforo Totale	
ANALISI MICROBIOLOGICHE	Coliformi	<i>Escherichia coli</i>
	Enterococchi	Fecali
	Salmonelle	
	Clostridi	Spore di clostridi solfito-riduttori
	Stafilococchi	
	Miceti (2)	

(1)Parametro da ricercare su 1/3 dei campioni, scelti in modo tale da avere una distribuzione omogenea rispetto al volume di materiale da caratterizzare.

(2)Parametro da ricercare su almeno 3 campioni, scelti in modo tale da avere una distribuzione omogenea rispetto al volume di materiale da caratterizzare, nel caso di sedimenti di cui si chiede l'utilizzo per ripascimenti. Il numero dei campioni da considerare deve essere superiore in casi di elevata eterogeneità geochimica dei materiali.



#### 4.5.2. Analisi ecotossicologiche (saggi biologici di tossicità)

Le analisi fisiche, chimiche e microbiologiche non forniscono un'indicazione diretta dei potenziali effetti dei contaminanti sugli ecosistemi acquatici quindi non sono sufficienti per definire la qualità ed il rischio ambientale di una matrice complessa quale il sedimento marino. È noto infatti che i sedimenti giocano un ruolo importante nell'accumulo-immagazzinamento degli inquinanti provenienti dalla colonna d'acqua (attraverso procacci di vario tipo che vanno dalla semplice deposizione delle particelle in sospensione fino al complesso fenomeno dell'adsorbimento) ed anche nel trasferimento di questi sia al comparto acqueo sovrastante sia al comparto biotico (attraverso i processi di trasformazione e scambio con gli organismi bentonici). L'integrazione delle analisi ecotossicologiche, con quelle chimico-fisiche, permette di valutare gli effetti tossici della frazione biodisponibile dei contaminanti e di fornire delle risposte integrate sugli effetti dei contaminanti per gli organismi che concorrono alla definizione della qualità dei materiali da dragare. Queste analisi vengono eseguite su saggi biologici e per almeno 1/3 dei campioni e su almeno 3 specie-test appartenenti a gruppi tassonomici diversi, di cui almeno una da applicare alla matrice solida del campione (sedimento tal quale o privo dell'acqua interstiziale) ed una alla fase liquida (elutriato). La lista delle specie da utilizzare come saggi, presente nel Manuale, comprende:

##### ALGHE

- *Dunaliella tertiolecta*;
- *Pheodactylum tricornutum*;
- *Skeletonema costatum*.

##### BATTERI

- *Vibrio fischeri*.

##### ROTIFERI

- *Brachionus plicatilis*.

##### MOLLUSCHI

- *Crassostrea gigas*;
- *Mytilus galloprovincialis*;
- *Tapes philippinarum*.

##### CROSTACEI

- *Acartia clausi*;
- *Acartia tonsa*;
- *Ampelisca diadema*;
- *Balanus amphitrite*;
- *Corophium insidiosum*;
- *Corophium orientale*;
- *Tisbe battagliai*;
- *Tigriopus fulvus*.

##### ECHINODERMI

- *Paracentrotus lividus*;
- *Sphaerechinus granularis*.

##### PESCI

- *Dicentrarchus labrax*;
- *Sparus auratus*.

## **4.6. Procedure analitiche relative alla caratterizzazione dei sedimenti**

In generale per il trattamento dei campioni devono essere seguite le indicazioni EN ISO 5667-19 (2004).

La sezione estrusa dalla carota deve essere preventivamente decorticata della parte più esterna a contatto con le pareti interne al liner o al carotiere.

Il campione prelevato deve essere omogeneizzato sul campo e suddiviso in due aliquote principali delle quali una utilizzata per la fase analitica e l'altra conservata a temperatura compresa tra  $-18^{\circ}\text{C}$  e  $-25^{\circ}\text{C}$ , per eventuali verifiche. Inoltre, per il 10% dei campioni destinati alla “validazione” da parte di un secondo soggetto, deve essere prevista una terza aliquota di sedimento.

Il periodo di conservazione dell'aliquota di materiale destinata ad eventuali verifiche non deve essere inferiore ad un anno dal termine del completamento dell'attività istruttoria da parte dell'Amministrazione competente.

L'attrezzatura utilizzata nel taglio della carota, nelle operazioni di omogeneizzazione e suddivisione nelle varie aliquote per le analisi deve essere sempre decontaminata prima del suo reimpiego tra un campione e l'altro.

Le modalità di trasporto e la conservazione dei campioni variano a seconda del tipo di analisi che devono essere condotte sui campioni. Ad esempio per le analisi della materia organica i campioni devono essere conservati in contenitori di vetro, per le analisi microbiologiche in contenitori di polietilene o polistirolo sterili ecc... I campioni sui quali devono essere condotte analisi granulometriche, microbiologiche ed ecotossicologiche devono essere conservate ad una temperatura di  $4 / 6^{\circ}\text{C}$  a differenza di quelli su cui vengono effettuate analisi della sostanza organica o TOC, la chimica organica, i metalli e gli inorganici che devono essere conservati ad una temperatura di  $-18 / -25^{\circ}\text{C}$ .

### **4.6.1. Metodiche d'analisi**

Le metodologie analitiche utilizzate devono essere quelle relative a protocolli nazionali e/o internazionali ufficialmente riconosciuti (quali, a esempio, le metodiche EPA, ISO, UNI EN, IRSA-CNR, il Manuale Tecnico “*Metodologie Analitiche di riferimento. ICRAM-Ministero Ambiente e Tutela del Territorio. A.M. Cicero & I. Di Girolamo (Eds)*” - ICRAM 2001, i rapporti ISTISAN).

I risultati delle analisi devono essere riportati su rapporti di prova rilasciati dai laboratori e devono essere allegati all'istruttoria in originale.

## 4.6.2. Parametri d'analizzare

I parametri che devono essere considerati nella caratterizzazione del materiale da movimentare sono:

- ✧ fisici (determinazione dell'aspetto macroscopico, umidità, granulometria e peso specifico);
- ✧ chimici (metalli, TOC o sostanza organica, N tot, P tot, IPA, idrocarburi totali, PCB, composti organostannici, pesticidi organoclorurati);
- ✧ microbiologici (coliformi, enterococchi, salmonelle, clstridi, stafilococchi, miceti ed enterovirus);
- ✧ ecotossicologici (saggi biologici e/o test di bioaccumulo).

## 4.6.3. Biocenosi bentoniche

Per quanto concerne le analisi delle comunità fito-zoobentoniche, è possibile fare riferimento a quanto riportato nel *“Manuale di metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo”*, APAT-SIBM-ICRAM, volume 10, 2003.

## 4.6.4. Organizzazione dei risultati delle analisi

L'organizzazione dei risultati da presentare all'Autorità competente deve garantire la correttezza della procedura di esame, l'inequivocabilità dell'informazione, nonché la qualità del dato.

Le seguenti informazioni sono comunque da includere nella documentazione da presentare all'Autorità competente per il rilascio dell'Autorizzazione:

1. codice di identificazione dell'analisi (codice alfanumerico del campione, codice alfanumerico della prova);
2. nome, Sede Legale del laboratorio, nonché sede operativa ove le prove sono state svolte;
3. rappresentazione tabellare delle risultanze analitiche (i risultati numerici vanno indicati con un numero di cifre significative coerenti con il limite di quantificazione richiesti di cui in Tab. 3.2);

4. data di ricevimento del materiale da analizzare e di esecuzione della determinazione analitica.

Deve essere riportata, inoltre, l'eventuale presenza di particolari condizioni ambientali durante il campionamento che possono avere avuto un effetto sulla natura del campione (onde e correnti, eventi meteorologici, ecc.).

La documentazione in oggetto deve essere fornita anche su supporto informatico.

La documentazione cartografica deve essere fornita in coordinate geografiche nel sistema di coordinate piane UTM 32/33 WGS84.

## 5. APPLICAZIONE DEL MANUALE

### 5.1. Premessa

La presente relazione riassume tutte le attività connesse allo studio di caratterizzazione dei sedimenti movimentati nell'area portuale di Gioia Tauro da utilizzare per il ripascimento dei litorali dei comuni di S.Ferdinando e Gioia Tauro.

Obiettivo dello studio è quello di emettere un giudizio di compatibilità ambientale e di innocuità del materiale utilizzato per il ripascimento ai sensi del D.M. 24.01.1996, dell'art.109 del D.L.vo 152/06 e protocolli APAT-ICRAM “Manuale dei dragaggi” – anno 2006.

L'area d'indagine è la zona dei lavori di approfondimento e consolidamento dei fondali del canale portuale e del bacino d'espansione, adeguamento strutturale, realizzazione della terza via di coso delle banchine di levante del porto.



**Fig. 5.1.1.** Porto di Gioia Tauro.

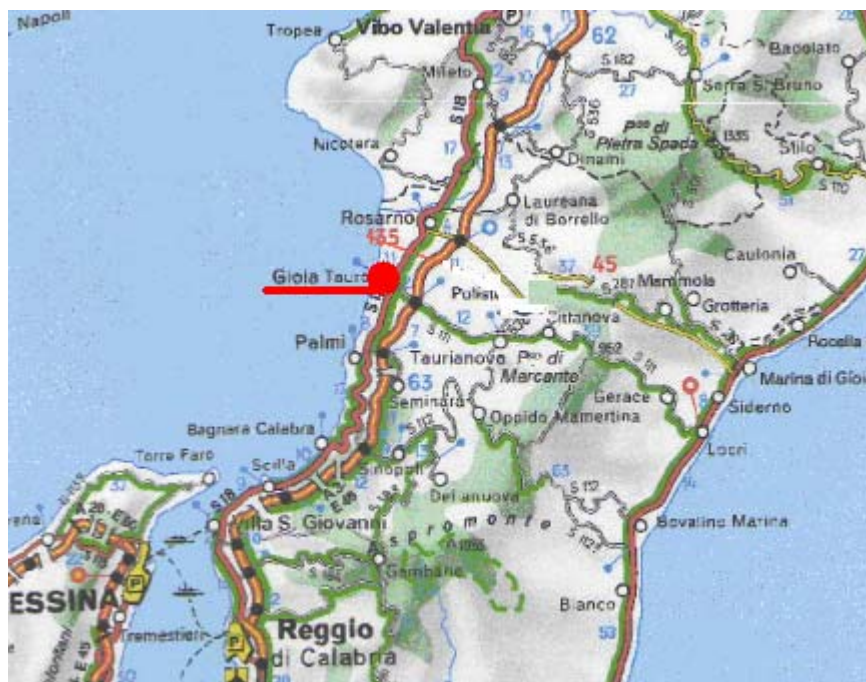
Le attività effettuate da ARPACAL si possono riassumere in:

- ✎ campionamento in sito del materiale;
- ✎ trasporto e conservazione dei campioni prodotti;
- ✎ determinazioni analitiche comprendenti l'analisi granulometrica, chimica e microbiologica dei campioni

valutazione dei risultati e stesura della relazione finale con determinazioni delle opzioni di gestione compatibili con il materiale caratterizzato e relativa compatibilità ambientale con il sito di ricezione.

## 5.2. Generalità sul porto di Gioia Tauro

Gioia Tauro è un comune di 18.040 abitanti della provincia di Reggio Calabria nel quale la prima metà degli anni '70 ha avuto inizio la costruzione del porto nell'ambito del progetto speciale per la realizzazione delle infrastrutture sul territorio della provincia di Reggio Calabria (Delibera CIPE del 1974). Il dimensionamento e le caratteristiche strutturali dell'opera sono state determinate dalla sua originaria destinazione funzionale a servizio degli insediamenti industriali pianificati dall'Autorità di Governo, che prevedevano la realizzazione in Calabria del V centro siderurgico italiano. La localizzazione degli interventi nella piana di Gioia Tauro rispondeva anche alle esigenze di colmare il grave gap infrastrutturale dell'area e sviluppare l'economia locale fortemente depressa.



**Fig. 5.2.1.** Cartina di Reggio Calabria.

Alla fine degli anni 70 all'interno del porto di Gioia Tauro erano già state realizzate le opere portuali principali (banchine, moli, bacini). All'inizio degli anni 80, prima che il porto entrasse in esercizio, si è registrata una battuta d'arresto nel programma dei lavori, a causa della crisi nel settore siderurgico che ha portato una conseguente necessità di riconvertire la funzionalità del porto da industriale a porto polifunzionale. La prospettiva polifunzionale ha posto l'esigenza di rimodulare i programmi di infrastrutturazione prevedendo la realizzazione di opere finalizzate alla creazione di uno scalo in grado di

competere con le altre realtà consimili, già operanti nel Mediterraneo. La prevalenza della tipologia del traffico container che si è affermata alla fine degli anni '80 ed il particolare favore conferitogli dalla sua posizione geografica mediana lungo la direttrice Suez – Gibilterra ne hanno orientato la futura caratterizzazione quale scalo di transhipment di contenitori.

L'attività operativa ha avuto inizio nel 1995 e si è sviluppata a ritmo elevato fino a far assumere allo scalo il ruolo leader nel settore del Transhipment nel Mediterraneo.



### 5.2.1. Caratteristiche del porto

L'imboccatura del porto di Gioia Tauro è esposta ad ovest ed identificata dalle coordinate: lat.  $38^{\circ} 26' 70''$  N e long.  $15^{\circ} 53' 50''$  E. La configurazione del porto è costituita essenzialmente da: un *bacino di espansione*, che fronteggia l'imboccatura la quale ha una lunghezza utile di circa 200 m, con lo scopo principale di attenuare il moto ondoso frontale e quindi di manovra dei natanti in transito e da una *darsena*, lunga circa 3 Km, che corre parallela alla linea di costa, e che termina con uno slargo, *bacino di evoluzione*, dal diametro di 500 m all'estremità nord.



**Fig. 5.2.1.1.** Immagine del porto di Gioia Tauro.

## **5.3. ATTIVITA' DI DRAGAGGIO NEL PORTO DI GIOIA TAURO**

### **5.3.1. Attività ARPA Calabria nell'ambito della caratterizzazione dei sedimenti marini**

L'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Calabria negli ultimi 5 anni ha dato un fortissimo impulso alle attività di caratterizzazione dei sedimenti marini nelle aree portuali e costiere, dando un servizio continuo e costante a tutti gli enti richiedenti pareri in merito alla movimentazioni dei sedimenti marini.

Il caso studio in oggetto si riferisce ad una grande realtà portuale commerciale fra le più importanti del mediterraneo, ogni attività di tipo strutturale corrispondente alla normale o straordinaria manutenzione del porto corrispondono volumi di movimentazione dei sedimenti molto elevato che, per essere caratterizzati, necessitano di numerosi campionamenti in sito (carotaggi) ed numero di analisi altrettanto elevati; un lavoro simile per grandezza è stato affrontato da ARPA Calabria, ma su progetto e direzione dell'ICRAM, nel sito di interesse nazionale del Porto di Crotone che ha richiesto uno sforzo in termini sia di campionamento che di analisi maggiore rispetto a Gioia Tauro ma con obiettivi finali diametralmente opposti.

L'impegno ARPA Calabria però non è rivolto esclusivamente a queste grandi realtà portuali, ma ha dato un fortissimo contributo anche al settore del diporto, intervenendo sia quando la movimentazione è relativa all'approfondimento dell'imboccatura del porto che puntualmente si ostruisce a causa del trasporto solido, sia per la costruzione ex novo di nuove realtà portuali. In questo senso ARPA Calabria ha già lavorato nei porti di Roccella Ionica, Catanzaro Lido, Villa S.Giovanni, Vibo Valentia, Cetraro, Palmi, porto vecchio di Crotone ed in fase di studio di caratterizzazione anche il porto di Corigliano Calabro. Ma l'attività maggiore di ARPA Calabria rimane comunque l'affiancamento ai comuni dediti alle attività di ripascimento dei propri litorali soggetti ad una erosione costiera che ha ridotto ai minimi termini molte delle coste calabresi. Il supporto ARPA Calabria è rivolto ad una buona pratica delle attività di ripascimento dando particolare attenzione alla compatibilità ambientale tra sito di origine e sito di destinazione. Per tale motivo ARPA Calabria si specializza nella compatibilità "Mineralogica" dei materiali tramite il proprio CFS di Geologia del Dipartimento di Cosenza, al fine di evitare situazioni di disastro ambientale (vedi Poetto in Sardegna) assicurando una certa affinità cromatica e mineralogica dei materiali; inoltre, tramite l'area mare dell'ARPA si sta sperimentando

anche la fase di controllo sulle comunità biocenotiche che, a seguito dei lavori di deposizione delle sabbie sui litorali, possono subire un impatto più o meno importante con rischio per le specie di maggior pregio.

### **5.3.2. Protocollo d'Intesa ARPA Calabria Autorità Portuale di Gioia Tauro**

Un fortissimo impulso al settore dello studio ambientale nelle realtà portuali è stato sicuramente dato dalla collaborazione esistente tra ARPA Calabria ed Autorità Portuale di Gioia Tauro, collaborazione che ha portato i due Enti a siglare un protocollo d'intesa tra le parti al fine di regolamentare un rapporto ormai continuo nel tempo.

Il protocollo, approvato con decreto 812 del 19 ottobre 2006, era nato per regolarizzare le attività di caratterizzazione dei lavori d'ampliamento del canale portuale, di completamento delle banchine e soprattutto di approfondimento e consolidamento dei fondali del canale portuale, ma all'atto della redazione del protocollo si è sentita l'esigenza da parte dell'Autorità Portuale di estendere il tutto anche alle matrici aria, acqua, rumore ed alimenti, al fine di avere un controllo ambientale a 360 gradi.

Le attività di controllo, inoltre, saranno estese anche ai porti di Crotone e Corigliano Calabro, di fatto passati alla gestione dell'Autorità Portuale di Gioia Tauro.

### **5.3.3. Studio di caratterizzazione –fasi operative–**

Le attività di campo, iniziate il 11.04.07 con la mobilitazione dei mezzi e l'allestimento del cantiere e completate il 16.04.07; le stesse sono state svolte con la seguente sequenza logica:

1. allestimento cantiere;
2. prelievo carote di sedimento, imballaggio, conservazione e trasporto dei campioni ai laboratori di analisi;
3. smobilitazione cantiere.

Nel cronogramma successivo viene evidenziata la tempistica di esecuzione delle attività.

Per quanto concerne le attività di campionamento, nei punti di prelievo indicati dal “Piano di campionamento” redatto da ARPA Calabria sono stati eseguiti carotaggi di lunghezza variabile da 0,5 a 2 metri, a diverse profondità. Le attività di campionamento sono state eseguite con la costante supervisione scientifica del personale dell'ARPA Calabria e con riferimento al “Piano di campionamento”.

Nei capitoli successivi vengono illustrate le metodologie operative, la descrizione dei mezzi e delle attrezzature utilizzate e il personale impiegato.

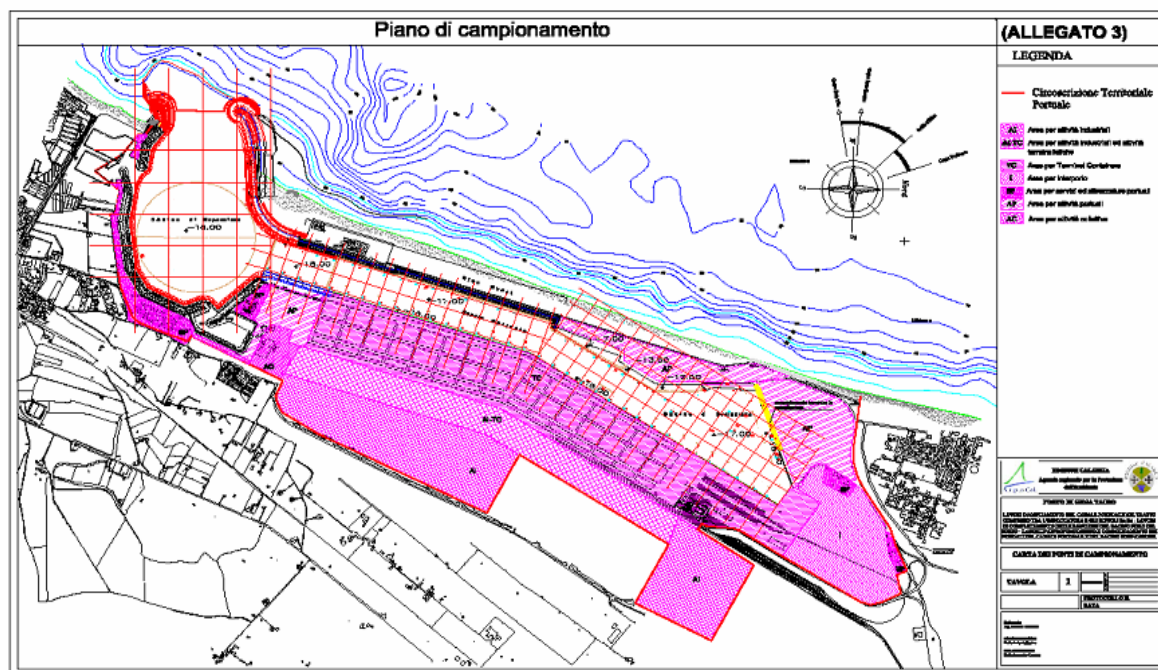
### 5.3.4. Il piano di campionamento

All'interno dell'area portuale di Gioia Tauro sono state identificate 2 tipologie d'aree: una rappresentata dalla darsena, lunga circa 3 Km, che corre parallela alla linea di costa, e che termina con un bacino di evoluzione (*tipologia 1*) e l'altra dal bacino d'espansione, che fronteggia l'imboccatura del porto (*tipologia 2*).



**Fig. 5.3.4.1.** Immagine del porto di Gioia Tauro.

Per caratterizzare il porto Gioia Tauro all'area di *tipologia 2* è stata sovrapposta una griglia a maglie quadrate di mt. 200 x 200 che identifica 15 aree unitarie. Per l'area di *tipologia 1* è stata utilizzata una griglia con maglie di mt. 100 x 100 portando alla definizione di 69 aree unitarie.



**Fig. 5.3.4.2.** Piano di Campionamento nel Porto di Gioia Tauro.

All'interno di ciascuna aree unitaria (maglia) è stato indicato un sito di campionamento dal quale è stato prelevato un campione di sedimento. Per le maglie che costeggiano il lato est della darsena, il sito da campionare è stato localizzato in prossimità della banchina.

In totale all'interno del porto sono stati prelevati 84 campioni di sedimento e nella Tab. 5.3.4.2. sono riportate le coordinate e le profondità di ogni sito campionato.

COD	LAT.	LONG.	PROF.	COD	LAT.	LONG.	PROF.	COD	LAT.	LONG.	PROF.
A	38 26.430	15 53.856	-16,50	AV	38 27.675	15 54.367	-12,50	CF	38 28.173	15 54.811	-15,00
B	38 26.409	15 53.966	-16,50	AZ	38 27.617	15 54.460	-15,00	CG	38 28.130	15 54.890	-14,50
C	38 26.436	15 54.110	-16,00	BA	38 27.743	15 54.429	-13,00	CI	38 28.276	15 54.739	-15,50
D	38 26.505	15 53.856	-17,50	BB	38 27.663	15 54.499	-16,50	CL	38 28.241	15 54.793	-15,50
E	38 26.501	15 53.968	-17,50	BC	38 27.791	15 54.466	-14,00	CM	38 28.220	15 54.851	-15,00
F	38 26.516	15 54.116	-17,00	BD	38 27.707	15 54.537	-15,00	CN	38 28.161	15 54.919	-14,50
G	38 26.647	15 54.121	-17,50	BE	38 27.839	15 54.503	-13,00	CP	38 28.315	15 54.778	-14,50
H	38 26.759	15 54.071	-18,00	BF	38 27.753	15 54.573	-15,50	CQ	38 28.279	15 54.824	-15,00
I	38 26.854	15 54.021	-12,50	BG	38 27.886	15 54.540	-13,00	CR	38 28.265	15 54.885	-15,00
L	38 26.803	15 54.113	-16,00	BH	38 27.799	15 54.615	-15,00	CS	38 28.204	15 54.955	-13,00
M	38 26.906	15 54.042	-13,00	BI	38 27.929	15 54.578	-14,00	CU	38 28.345	15 54.869	-15,00
N	38 26.851	15 54.134	-17,50	BL	38 27.844	15 54.653	-15,50	CV	38 28.311	15 54.929	-15,00
O	38 26.961	15 54.064	-13,00	BM	38 27.975	15 54.616	-13,50	CZ	38 28.253	15 54.997	-11,00
P	38 26.901	15 54.155	-17,00	BN	38 27.887	15 54.690	-15,00	DB	38 28.382	15 54.911	-12,00
R	38 26.950	15 54.178	-17,50	BO	38 28.020	15 54.654	-14,00	DC	38 28.361	15 54.968	-13,00
T	38 27.001	15 54.199	-15,50	BP	38 27.937	15 54.728	-15,00	DD	38 28.297	15 55.033	-12,00
V	38 27.054	15 54.221	-15,50	BQ	38 28.066	15 54.691	-16,00	DE	38 28.421	15 54.951	-12,00
AA	38 27.105	15 54.241	-15,50	BR	38 27.978	15 54.767	-14,30	DF	38 28.395	15 55.012	-13,00
AC	38 27.158	15 54.264	-16,00	BS	38 28.115	15 54.679	-15,00	DG	38 28.340	15 55.071	-12,50
AE	38 27.209	15 54.282	-16,00	BT	38 28.087	15 54.742	-15,00	DH	38 28.439	15 55.049	-13,00
AG	38 27.266	15 54.312	-16,00	BU	38 28.025	15 54.806	-14,50	DI	38 28.396	15 55.114	-13,00
AI	38 27.320	15 54.335	-15,50	BV	38 28.175	15 54.671	-14,50	DL	38 26.642	15 53.964	-19,00
AM	38 27.370	15 54.355	16,50	BZ	38 28.156	15 54.712	-15,00	DM	38 26.747	15 53.960	-17,00
AO	38 27.415	15 54.375	-15,50	CA	38 28.125	15 54.780	-15,00	DN	38 26.647	15 53.811	-19,50
AQ	38 27.467	15 54.397	-16,00	CB	38 28.073	15 54.844	-14,65	DO	38 26.646	15 53.672	-20,00
AS	38 27.515	15 54.417	-15,50	CC	38 28.276	15 54.648	-6,50	DP	38 26.530	15 53.671	-18,00
AT	38 27.625	15 54.349	-13,50	CD	38 28.224	15 54.699	-15,00	DQ	38 26.643	15 53.544	-21,00
AU	38 27.568	15 54.438	-15,50	CE	38 28.205	15 54.759	-15,00	DR	38 26.540	15 53.538	-17,50

Tab. 5.3.4.2. Coordinate e profondità di ogni sito campionato.



#### 5.3.4.1. Strumentazione utilizzata per il campionamento

Per l'esecuzione dei carotaggi è stato utilizzato il pontone "Gammata" di proprietà della società gestione Pontoni di Siracusa avente le seguenti caratteristiche:

Campionamento marittimo di iscrizione	Augusta
n. d'identificazione	AU 1864
n. d'identificazione RINA	3790
Materiale di costruzione	acciaio
Lunghezza	17.07 m
Larghezza	8.22 m
Altezza di costr.	1.87 m
Stazza lorda	83.22 tonn
Stazza netta	83.22 tonn
Navigazione	locale a rimorchio



**Fig. 5.3.4.1.1.** Carotatore utilizzato per il campionamento nel Porto di Gioia Tauro.

Il pontone, attrezzato con gru telescopica da 9 tonn., è stato assistito dal rimorchiatore Rm. "Zephir". Per il corretto posizionamento dell'imbarcazione sul punto di campionamento è stato montato a bordo un sistema GPS in modalità differenziale.

Sul pontone è stata installata l'attrezzatura per l'esecuzione dei carotaggi costituita da un vibrocarotiere modello GEOCORE VKG 3000/6000 di proprietà della Cooperativa Nautilus.

Lo strumento è costituito da tubi carotieri monolitici con scarpe in acciaio inox AISI, caratterizzate da angoli di taglio tipici dei "liner" per il campionamento indisturbato in modo da prelevare il campione integro anche sotto l'aspetto fisico oltre che chimico.



Inoltre, sul pontone è stato allestito un banco con il dispositivo di taglio dei liners contenenti le carote di sedimento, ed un piano d'appoggio per il subcampionamento dotato di spatole per l'omogeneizzazione dei campioni, contenitori, ceste per lo stoccaggio dei campioni, frigo portatili per la momentanea conservazione dei campioni, sonde per la misura dei parametri chimico-fisici (pH, Redox).

### 5.3.4.2. Modalità di campionamento

L'attività di prelievo è stata eseguita cercando di arrecare il minor disturbo possibile al campione, evitando la sua contaminazione e cercando comunque di recuperarne quanto più possibile. Dopo aver recuperato il carotiere ed estratto il liner contenente la carota, lo stesso veniva alloggiato sul piano di lavoro ospitante il dispositivo di taglio dove due operatori addetti provvedevano all'apertura del liner.

La carota estratta veniva immediatamente misurata e fotografata. In ogni foto veniva indicato, su di una apposita lavagnetta, il numero della carota, lunghezza effettiva di prelievo, data e luogo di prelievo.

Successivamente si provvedeva ad effettuare la descrizione stratigrafica della carota mentre due operatori provvedevano a misurare i valori di pH e del potenziale di ossido riduzione (ORP) ai vari livelli mediante l'utilizzo di apposite sonde modello Hanna Instruments.

I dati osservati e misurati venivano riportati su apposita scheda.

Per ogni carota estratta è stata realizzata una scheda monografica all'interno della quale sono riportati i seguenti parametri:

- ∞ sigla carota,
- ∞ data del prelievo,
- ∞ lunghezza della carota,
- ∞ caratteristiche stratigrafiche,
- ∞ profondità del fondale,
- ∞ livelli prelevati e misurazioni effettuate in situ .



**Fig. 5.3.4.2.1.** carota prelevata nel Porto di Gioia Tauro.

Inoltre, sul pontone è stato allestito un banco con il dispositivo di taglio dei liners contenenti le carote di sedimento, ed un piano d'appoggio per il subcampionamento dotato di spatole per l'omogeneizzazione dei campioni, contenitori, ceste per lo stoccaggio dei campioni, frigo portatili per la momentanea conservazione dei campioni, sonde per la misura dei parametri chimico-fisici (pH, Redox).

A terra, in appositi locali, sono stati alloggiati i congelatori e i frigoriferi destinati a conservare i campioni prelevati fino al momento della loro spedizione ai laboratori di analisi, nonché tutto il materiale di consumo utile all'esecuzione delle attività.

In totale sono state prelevate 71 carote e 13 campioni di sedimento campionati attraverso l'utilizzo della benna.



**Fig. 5.3.4.2.2.** Benna utilizzata per il campionamento nel porto di Gioia Tauro.

I campioni sono stati prelevati e contraddistinti nel seguente modo:

- ☞ nel bacino d'espansione sono state campionate 15 carote da 1 m contraddistinti con i seguenti codici: A, B, C, D, DL, DM, DN, DO, DP, DQ, E, F, G ed H;
- ☞ nella darsena sono state prelevate 22 carote da 1 m (I, L, M, N, O, P, R, AT, AV, BA, BB, BC, BD, BE, BF, BG, BH, BI, BL, BM, BN, BO) e 13 campioni di sedimento tramite l'utilizzo della benna fino ad una profondità di 50 m (T, V, AA, AC, AE, AG, AI, AM, AO, AQ, AS, AU, AZ);
- ☞ nel bacino d'evoluzione sono state campionate 34 carote, di cui, 30 lunghe 1,5 m (BP, BQ, BR, BS, BT, BU, BV, BZ, CA, BB, CC, CD, CE, CF, CG, CI, CL, CM, CN, CP, CQ, CR, CS, CU, CV, CZ, DB, DC, DD, DE) e 4 lunghe 2 m (DF, DG, DH, DI).

Dai campioni sono state prelevate delle aliquote di sedimento per effettuare analisi di tipo chimico, fisico, microbiologico ed ecotossicologico.

### **5.3.5. Report finale ed opzioni di gestione dei sedimenti movimentati**

Le analisi fisiche e chimiche effettuate sui campioni di sedimento (Appendice 1) e quelle microbiologiche e le ecotossicologiche sui campioni di elutriato hanno permesso di caratterizzare il sedimento dragato nel porto di Gioia Tauro.

Le analisi effettuate sui campioni hanno permesso di classificare il sedimento in una delle 3 classi di qualità principali (A, B, C) previste dal Manuale. Il sedimento dragato nel porto è stato classificato in classe A, sia A1 che A2.

L'opzione di gestione attuata dall'ARPA Calabria, come prevista anche dal Manuale, per i campioni di classe A è quella di utilizzare il sedimento per attività di ripascimento. Il sedimento classificato A 2 è stato accumulato in cumuli nella spiaggia di fronte al porto, nella banchina sud ed ovest con apposite protezioni in modo tale da evitare la sua dispersione. Il sedimento classificato come A1 è stato riutilizzato per attività di ripascimento condotte nel Comune di Gioia Tauro per una lunghezza pari a 1.8 Km e nel Comune di San Ferdinando per 1 Km.

## **5.4. CONFRONTO DELL'ATTIVITA' DI DRAGAGGIO DEL PORTO DI GIOIA TAURO CON IL MANUALE**

### **5.4.1. Premessa**

Per effettuare l'attività di dragaggio all'interno del porto di Gioia Tauro ARPA Calabria ha seguito le linee guida dettate dal manuale adattando alle specifiche del porto la strategia di campionamento ed i parametri analizzati (chimiche, fisiche e microbiologiche) sui campioni di sedimento.

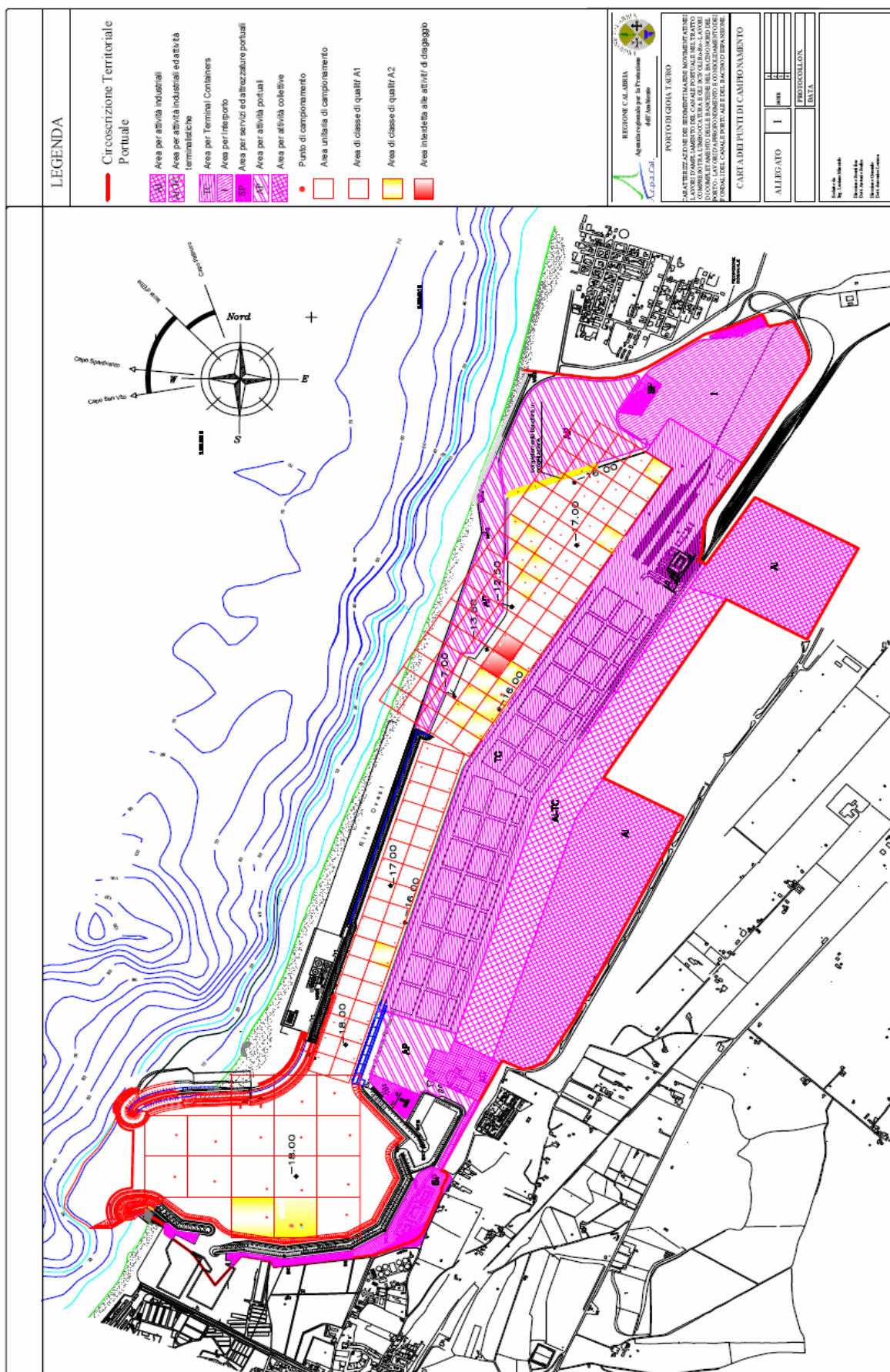
### **5.4.2. Strategia di campionamento**

Nel porto di Gioia Tauro sono state identificate 2 tipologie di aree a differenza delle 3 previste dal Manuale. L'area di *tipologia 1* si estende dalla darsena fino al bacino di evoluzione e ad essa è stata sovrapposta una griglia a maglie quadrate di 100 x 100 m e per l'area di *tipologia 2*, rappresentata dal bacino d'espansione, è stata applicata una griglia a maglie quadrate di lato 200 m.

A differenza da quanto previsto dal Manuale, nel porto di Gioia Tauro non è stata identificata l'area portuale caratterizzata dalla presenza di manufatti, quali ad esempio pontili, darsene e banchine, alle quali doveva essere applicata una maglia di dimensioni 50 x 50 m (le maglie 50 x 50 m si ritengono non idonee se confrontate con le dimensioni oltre la media che caratterizzano il porto di Gioia Tauro e quindi è stato necessario rivedere le dimensioni delle maglie da applicare ad un caso particolare come quello di Gioia Tauro).

L'ARPA Calabria applicando il suo piano di campionamento ha identificato 84 siti di campionamento Fig. 5.4.2.1. se nel porto fosse stata applicata la strategia di campionamento prevista dal Manuale sarebbero stati identificati 149 siti di campionamento Fig. 5.4.2.2. consentendo così probabilmente una caratterizzazione più completa ma allo stesso tempo più onerosa ed imponente come numero di analisi e campionamenti ed un livello di informazioni probabilmente non così influente da giustificare i costi.

All'interno di ciascuna area unitaria e per tutte le tipologie di aree è stato individuato un sito da campionare, rappresentativo dell'area unitaria, posizionato in funzione del volume di materiale da dragare e della distanza dal punto delle aree unitarie contigue. Come previsto dal manuale, pur se non è stata identificata la tipologia d'area in prossimità dei manufatti, per le maglie adiacenti alle banchine, alla darsena, ai pontili ecc.. il sito di campionamento è stato identificato a ridosso dei manufatti e per le aree centrali al porto il sito è stato identificato al centro della maglia.



**Fig. 5.4.2.1. Piano di campionamento applicato dell'ARPA Calabria nel porto di Gioia Tauro.**





### **5.4.3. Prelievo e sezioni dei campioni**

I campioni di sedimento sono stati prelevati, come previsto dal Manuale, in funzione della profondità con una diversa strumentazione. I sedimenti superficiali sommersi (fino a uno spessore di 50 cm) sono stati prelevati con la benna mentre i sedimenti profondi sono stati campionati attraverso l'utilizzo del carotatore in modo da mantenere il campione indisturbato. All'atto del campionamento sono state registrate in una apposita "scheda di campionamento" tutte le informazioni riguardanti la stazione di prelievo e i parametri di identificazione del campione.

Le carote prelevate durante l'attività di campionamento nel porto di Gioia Tauro hanno un'altezza che va da 1 m ad un massimo di 2 m. Come previsto dal Manuale in funzione dell'altezza le carote sono state suddivise in sezioni di 50 cm in ciascuna delle quali sono state prelevate delle aliquote di sedimento sulle quali sono state condotte le analisi di tipo chimico, fisico e microbiologico.

### **5.4.4. Parametri fisici, chimici e microbiologici**

Come già visto nel Cap. 4 il Manuale fornisce una lista di base dei parametri da analizzare, in funzione dell'ambiente di prelievo. Sui campioni raccolti dall'ARPA Calabria sono state condotte la maggior parte delle analisi riportate in Tab. 4.5.1.1. Per quanto riguarda le analisi i parametri chimici, riportati dal Manuale, che non sono stati analizzati sono: il vanadio, gli organostannici ed i clorobenzeni mentre per le analisi microbiologiche non sono stati analizzati gli stafilococchi.

### **5.4.5. Analisi ecotossicologiche**

Come previsto dal Manuale l'ARPA Calabria ha effettuato le analisi ecotossicologiche su un terzo del totale dei campioni distribuiti in maniera rappresentativa in tutto il volume di materiale da caratterizzare, ma a differenza del Manuale ha operato su alcuni campioni di elutriato andando ad analizzare solamente un solo saggio biologico *Vibrio fischeri*, la verifica su alte specie test è in fase di sperimentazione.



## **6. SCHEDA DI BACINO PORTUALE**

### **6.1. Premessa**

Utilizzando come caso studio il Porto di Gioia Tauro si è cercato di redigere per la prima volta la Scheda di Bacino Portuale secondo lo schema riportato nel capitolo 6 del “*Manuale per la movimentazione di sedimenti marini*” servendosi di tutte le informazioni disponibili sul porto e sulle zone limitrofe.

### **6.2. Inquadramento generale**

La piana dove è ubicato il Porto di Gioia Tauro fronteggia il Golfo di Gioia Tauro, che si apre tra Capo Vaticano a Nord e Capo Paci a Sud.

I fondali del paraggio sono alti fino a breve distanza da terra, mentre la costa è montuosa verso gli estremi del Golfo, e nella parte centrale, per un’ampia fascia litoranea dove giace Gioia Tauro, è bassa, sabbiosa e solcata da corsi d’acqua, fra i quali i più importanti sono i fiumi Mesima e Vena a Nord e Petraie a Sud.

#### **6.2.1. Struttura del porto**

Il territorio portuale è costituito dalle aree demaniali marittime, dai bacini portuali e dagli spazi acquei antistanti la circoscrizione territoriale dell’autorità portuale per come individuata nel D.M. 04 agosto 1998 nonché le aree acquisite successivamente al demanio marittimo con verbale di delimitazione redatto dall’autorità marittima il 12 febbraio 2002.

Le aree della circoscrizione portuale hanno una superficie complessiva di mq 4.400.000 (ha 440), esclusi gli spazi acquei.

Il porto è situato in posizione mediana lungo il litorale dell’omonimo golfo con esposizione dell’imboccatura ad ovest identificata dalle coordinate: lat. 38°26’36’’N e long. 15°53’30’’E. Presenta una configurazione a canale con una superficie dello specchio acqueo interno di 180 ettari ubicata parallelamente alla costa. L’imboccatura ha una larghezza utile di circa 200 m., ed è ad essa contiguo un bacino di evoluzione del diametro di 750 m.. In direzione nord si sviluppa il canale portuale della lunghezza di circa 3 Km e larghezza minima di 200 m.. All’estremo nord del canale si trova il bacino di evoluzione del diametro di 500 m. Dispone di 4.843 m. di banchine di cui m. 3.011 ricavate lungo il lato di levante, m. 384 lungo il lato nord e m. 1191 lungo il lato di ponente prospettanti su fondali fino a 15 m.. Il fronte di accosto è stato recentemente ampliato con la consegna dei

lavori di costruzione della banchina Alti Fondali che ha una lunghezza di 404 m. e fondali utili di 18 m. I piazzali hanno una superficie complessiva di circa 1.800.000 mq. A sud è ubicata una darsenetta destinata all'ormeggio delle imbarcazioni adibite ai servizi portuali e ad attività di pesca e diporto, dotata di banchine della lunghezza di m. 257.

È servito da un sistema stradale composto dalla Statale 18 e dall'Autostrada A3 collegata al porto con la tangenziale Est. È collegato alla rete ferroviaria tramite la stazione di Rosarno.

La principale area operativa è attualmente costituita dal Terminal Container in concessione alla M.C.T. S.p.A. che dispone di piazzali per lo stoccaggio e movimentazione dei contenitori e per le annesse lavorazioni di circa 1.484.766 mq.. Si sviluppa lungo il lato Nord del canale e fruisce di circa 3.000 m. di banchine operative.

Il terminal è dotato di 14 caricatori di container da banchina del tipo postpanamax e 4 del tipo superpostpanamax nonché di congruo numero di gru mobili e mezzi minori. Ha una capacità di movimentazione di 23 contenitori/ora per ciascuna gru. Complessivamente può accogliere fino a 54.000 TEUs di cui quelli pieni disposti su due livelli e quelli vuoti su quattro livelli. Inoltre dispone di 1.200 prese frigorifere per contenitori refrigeranti.

I piazzali adiacenti il bacino di evoluzione nord ospitano il terminal auto con una superficie di piazzali di 240.000 mq. e banchine di accosto di 350 m. circa.

Nell'area di ponente è localizzato un deposito costiero di prodotti petroliferi della capacità complessiva di mc. 48.936 non ancora in esercizio. Sempre nella zona di ponente è installato un silos per lo stoccaggio temporaneo di cemento ed un cantiere navale. Lungo il lato di ponente sono ricavati tre punti di accosto per unità Ro-Ro.

## **6.2.2. Caratteristiche fisiche**

### **6.2.2.1. Generalità geologiche**

Tutta l'area in esame, dal punto di vista geologico ricade tra lo scenario calabro-peloritano in una conformazione geologicamente complessa.

I processi morfogenetici che si sono verificati nella zona hanno definito due distinte entità sedimentarie: piattaforme di abrasione marina e di erosione continentale e depositi antichi di litorale e alluvionali. Le piattaforme sub-orizzontali con i sedimenti a loro associati si sono formate durante le fasi interglaciali del Pleistocene e successivamente dislocate a varie quote a causa dei movimenti di sollevamento quaternari.

Strutturalmente la zona è suddivisa in due aree: la prima a terra caratterizzata da un vasto affioramento di depositi continentali sabbiosi, a tratti conglomeratici, ormai addensati, i quali formano una vasta spianata, nettamente delimitata da un gradino morfologico; la seconda a mare costituisce una piattaforma, nella quale si rinvencono le medesime litologie dell'area precedente ma più fini e rielaborate prevalentemente dal moto ondoso.

Il fondo marino di fronte al porto è caratterizzato da un canyon che costituisce un ripido affossamento del fondo.

### **6.2.2.2. Generalità idrologiche**

In questi terreni trova sede una falda freatica regolata dal mare, confermata da recenti sondaggi, per cui la sua profondità è mediamente di 3 m, essendo (+ 3) la quota media assoluta dell'intera area.

Tale quota si presenta sufficientemente pianeggiante, almeno nell'area portuale, salvo qualche aumento verso l'interno.

### **6.2.2.3. Generalità del fondo marino**

Il fondale marino è caratterizzato dalla presenza di sabbie medio-fini per notevole profondità. Tale presenza è stata verificata mediante una serie di sondaggi a mare su diversi fondali.

Tramite i profili stratigrafici identificati accuratamente si può individuare la composizione del sottosuolo marino fino a profondità di circa 40 m dal livello medio del mare (MSL) in corrispondenza dell'imboccatura del porto.

Dai sondaggi si può ritenere che la sabbia è un costituente unico del sottosuolo marino, quale può essere interessato dalle sollecitazioni indotte dai moli foranei.

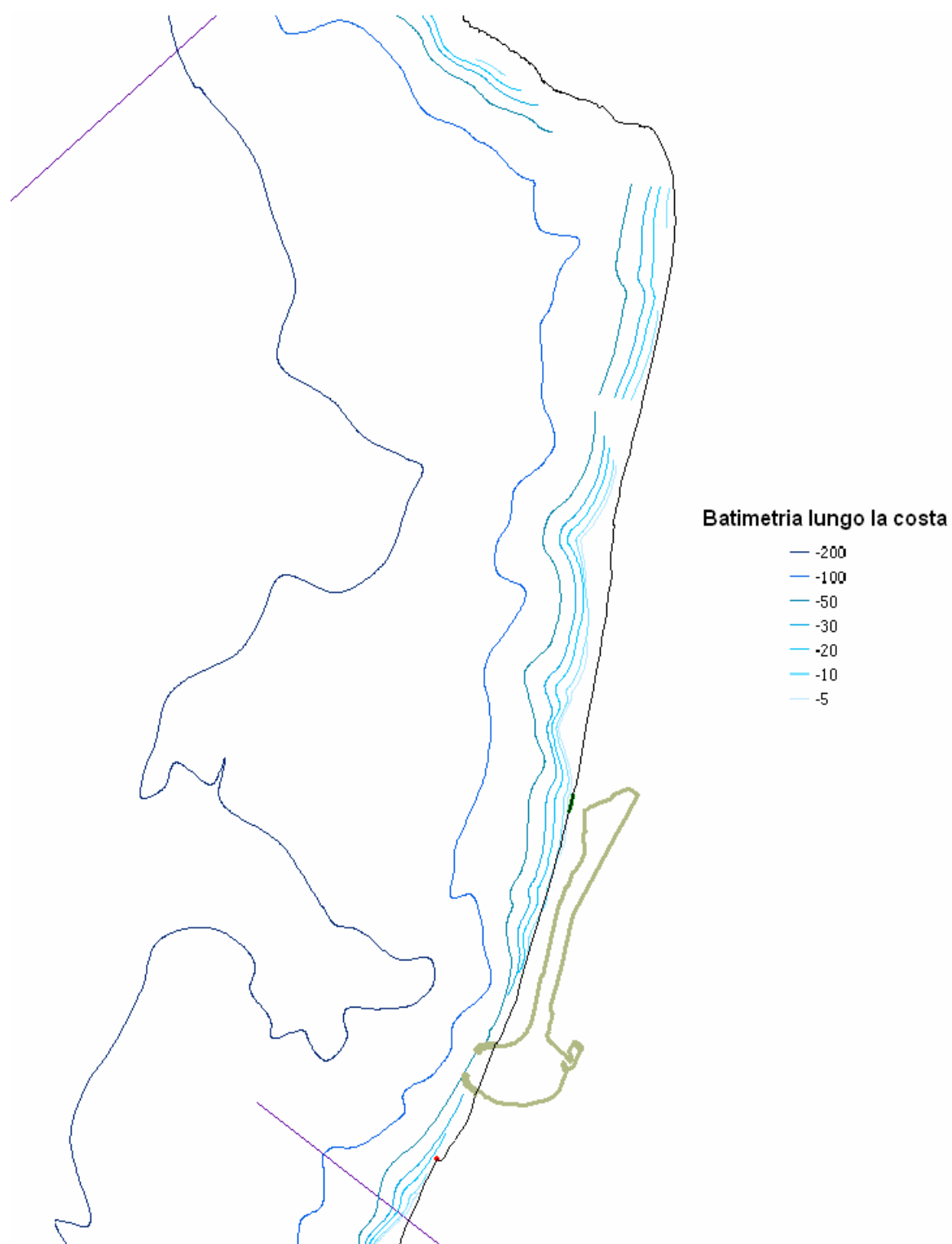
La sabbia appare della stessa natura mineralogica e varia granulometricamente, nel senso che generalmente diventa più fine ( $D_{50}$  decrescente con la profondità): si sono misurati valori di  $D_{50}$  variabili fra 0.09 mm e 0.15 mm.

La resistenza meccanica delle sabbie (da cui si può ricavare la capacità portante) è piuttosto alta, ad eccezione, delle sabbie superficiali. Si sono infatti misurate, all'interno del tubo forme e a varie profondità, resistenze SPT, variabili mediamente da 15 a 28 colpi. Volendo equiparare questo valore alla resistenza offerta da un penetramento statico, secondo il Meyerhof si può affermare che si hanno valori di  $R_p$  da 60 a 110 daN/cm<sup>2</sup>, quindi di buona capacità portuale.

La pressione massima esercitata ad esempio dalle testate dei moli, eventualmente di nuova costruzione, che può valere  $200 \div 250$  kPa, non comporta pericoli di instabilità sismica mentre vi potrà essere un calo dell'opera dovuta al riassetto dei primi strati più sciolti, dopo la perdita transitoria di pressione effettiva dovuta al sistema.

#### **6.2.2.4. Batimetria**

Dalle successive immagini si può osservare la batimetria al di fuori del porto (Fig. 6.2.2.4.1.) ed all'interno del porto prima dell'attività di dragaggio. Le Fig. 6.2.2.4.2., 6.2.2.4.3., 6.2.2.4.4. mostrano rispettivamente la batimetria all'interno del bacino d'espansione, della darsena e del bacino di evoluzione.



**Fig. 6.2.2.4.1.** Batimetria al di fuori del porto di Gioia Tauro.

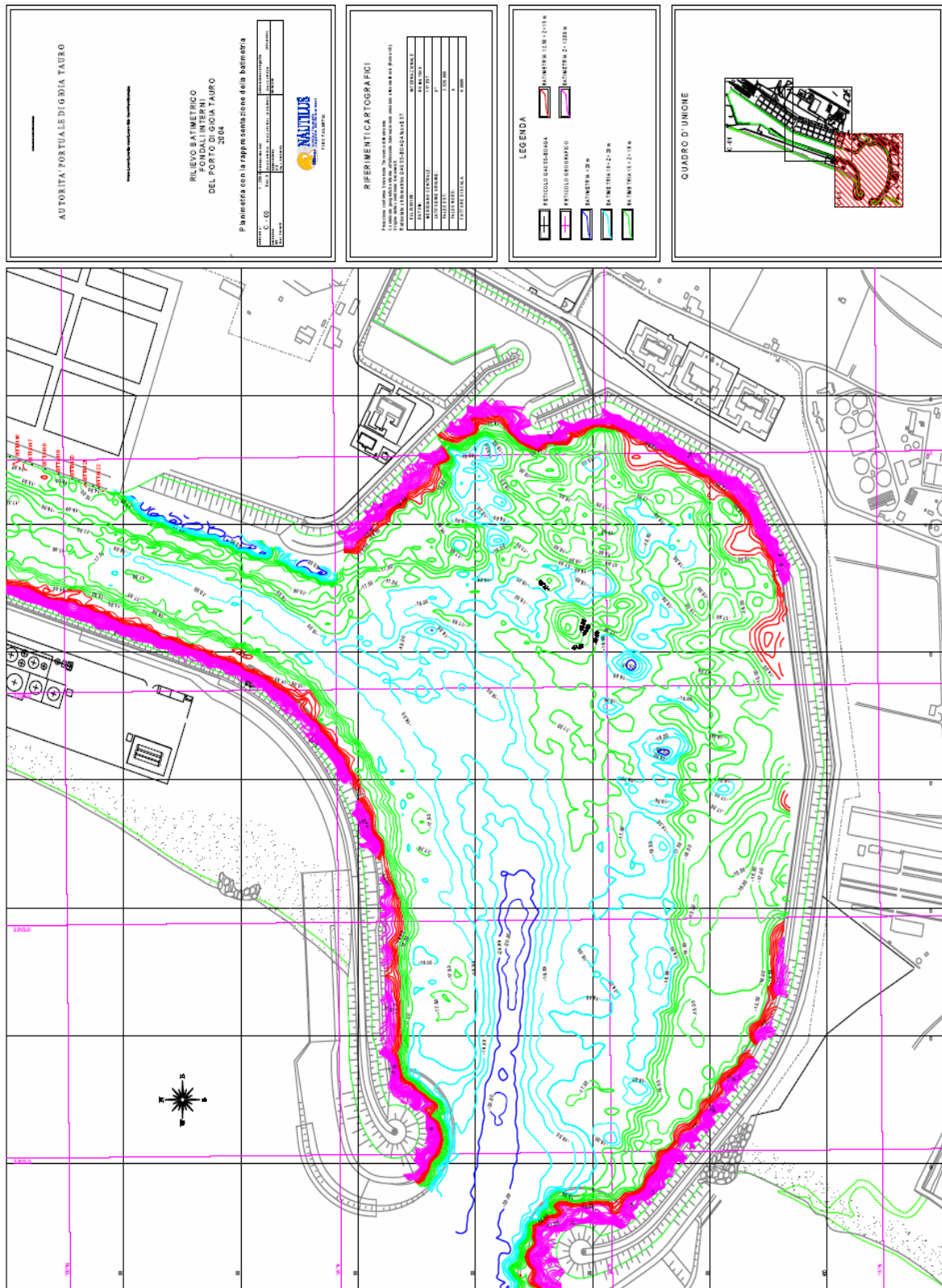


Fig. 6.2.2.4.2. Batimetria del bacino d'espansione.

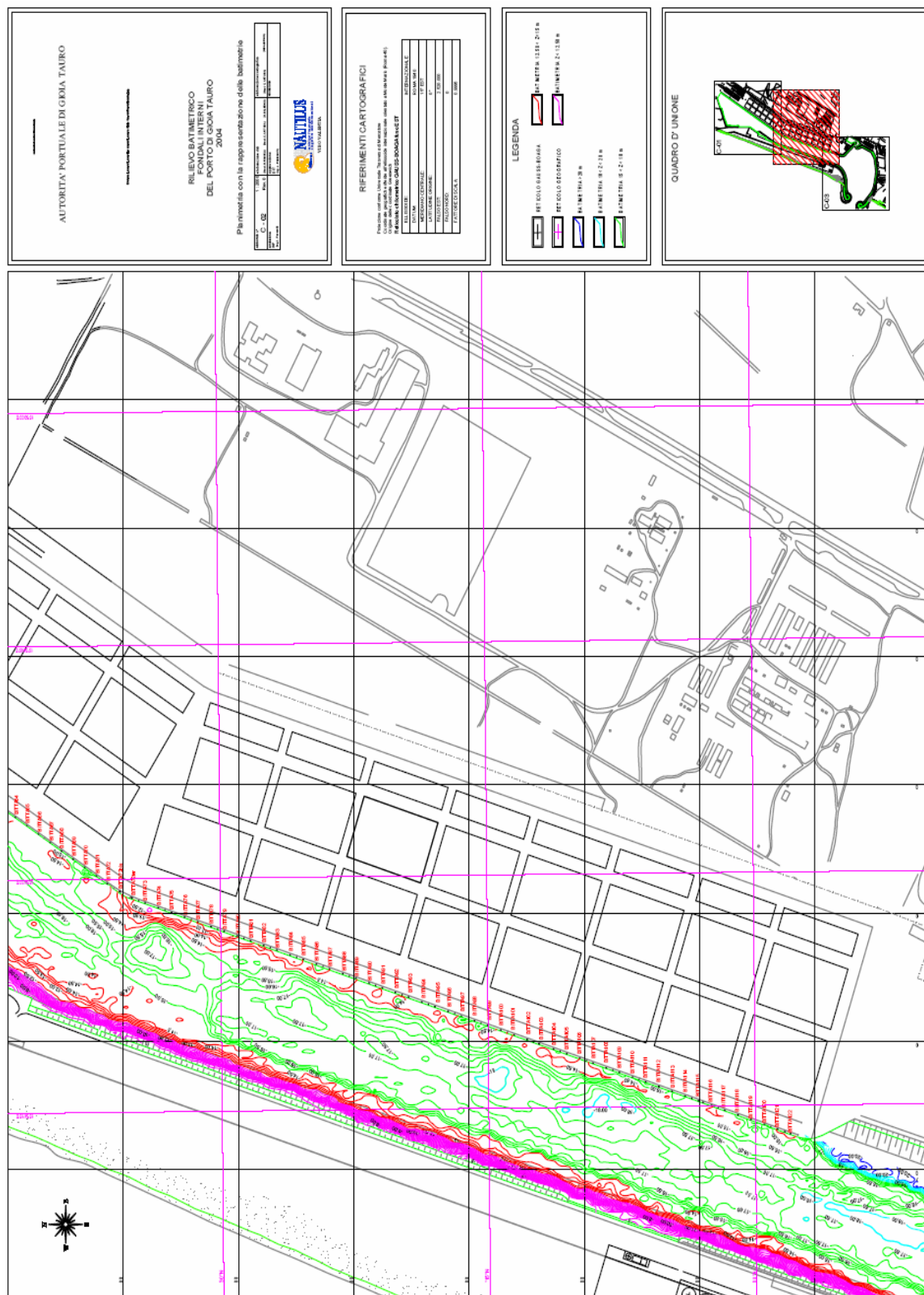


Fig. 6.2.2.4.3. Batimetria all'interno della darsena







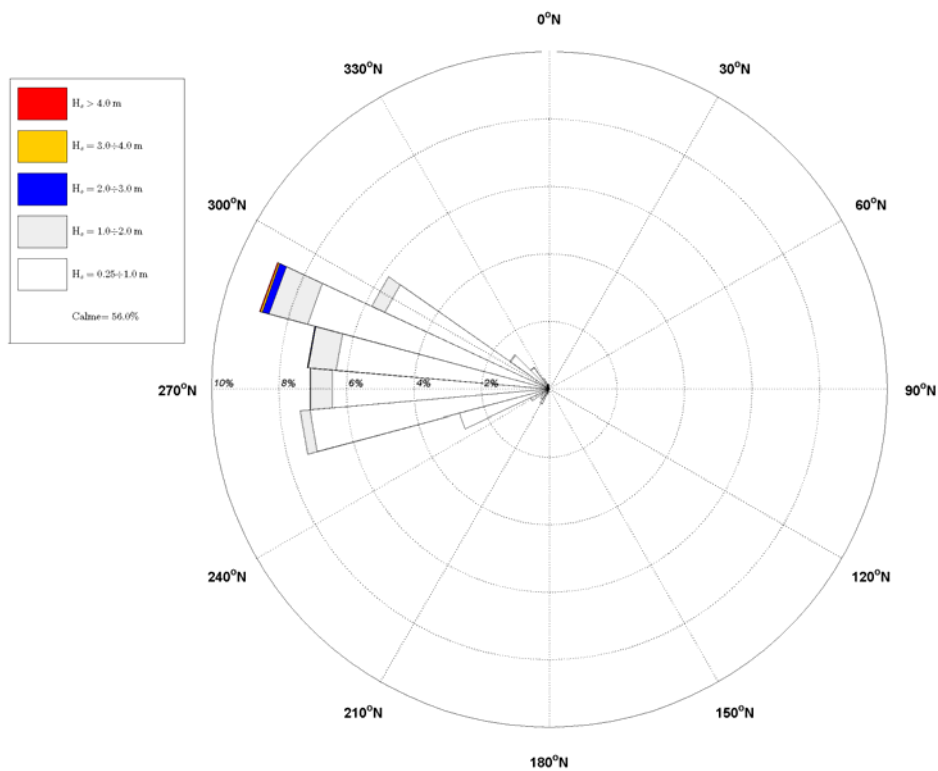
### **6.2.3. Caratteristiche meteo marine generali**

#### **6.2.3.1. Moto ondoso**

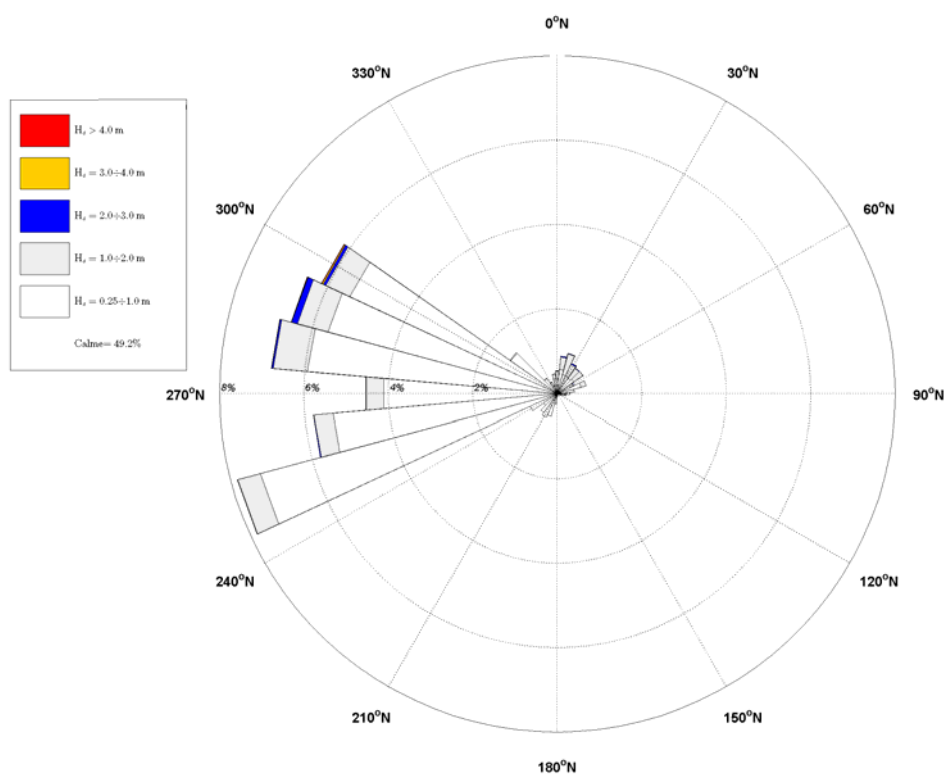
Di seguito sono riportate le “dispersioni direzionali del moto ondoso” sia a costa (10 m di profondità) sia a largo (100 m di profondità).

Per il calcolo del moto ondoso a largo è stato utilizzato il metodo di trasposizione del moto ondoso sviluppato da Contini P. e da De Girolamo P. Questo metodo si basa sull'utilizzo di dati noti, forniti da una boa situata in prossimità al sito in esame. Nel caso del porto di Gioia Tauro, sono stati trasportati i dati della boa di Cetraro situata a  $39^{\circ} 27' 8.3''$  N e  $15^{\circ} 55' 43.14''$  E.

Per quanto riguarda la distribuzione direzionale del moto ondoso a costa è stato applicato un algoritmo di propagazione del moto ondoso che tiene conto degli effetti di rifrazione e shoaling.



**Fig. 6.2.3.1.** Dispersion direzionale del moto ondoso a costa.



**Fig. 6.2.3.2.** Dispersion direzionale del moto ondoso a largo.

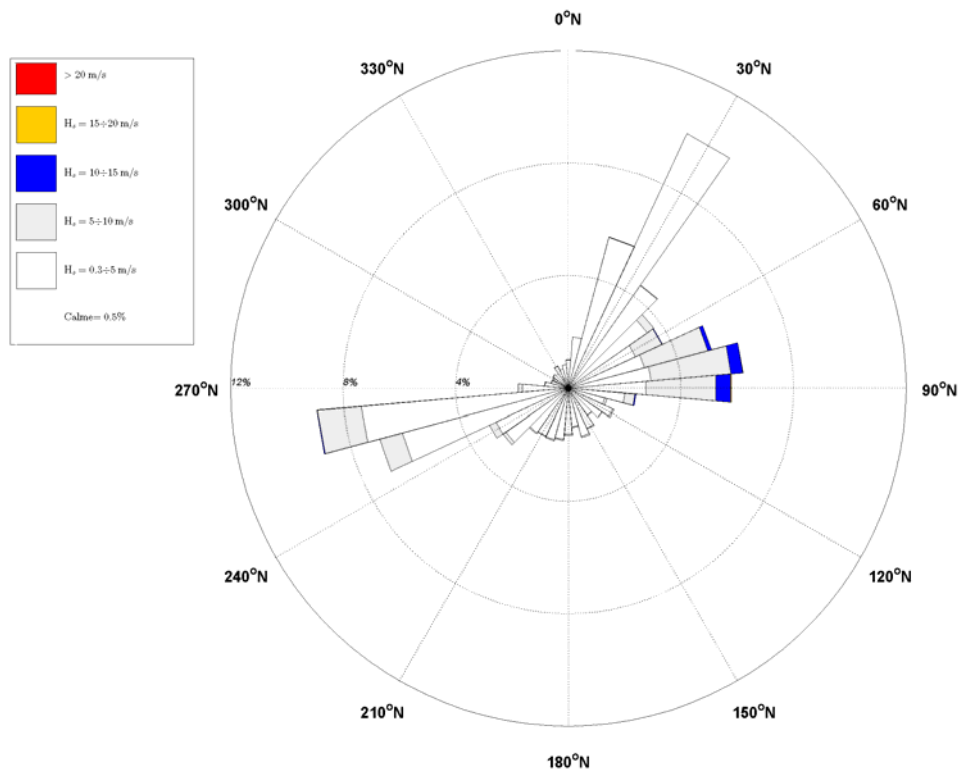
Dalla distribuzione direzionale del moto ondoso a costa si evince che le onde arrivano da ovest, ovest-nord-ovest e da ovest-sud-ovest. La percentuale maggiore (~ 6,5%) delle onde che arrivano sulla costa hanno un'altezza compresa tra  $0,25 \div 1$  m. Le onde di altezza maggiore di 4 m arrivano dalla direzione ovest nord ovest e le calme (onde di altezza minore a 25 cm) sono del 56%.

A largo, la maggior parte delle onde arrivano da ovest, ovest-nord-ovest e da ovest-sud-ovest anche se una percentuale minore dell'1% arriva da nord-est e da est-nord-est. La percentuale maggiore delle onde (comprese tra il 7 e l'8%) di altezza compresa tra  $0,25 \div 1$  m arriva tra il  $240^\circ$  N ed il  $247^\circ$  N. In direzione ovest-nord-ovest la percentuale di queste ultime onde varia tra i  $6 \div 5\%$ . A largo sono presenti anche se in una percentuale minore all'1% onde di  $3 \div 4$  m d'altezza; mentre le calme (onde di altezza minore a 25 cm) sono del 49,2%.

#### **6.2.3.2. Vento**

Sono stati analizzati i dati del vento che vanno dall'agosto del 2003 all'aprile del 2006 prelevati dalla boa di Cetraro situata più a Nord ( $39^\circ 27' 8.3''$  N e  $15^\circ 55' 43.14''$  E) rispetto al porto di Gioia Tauro.

Dalla distribuzione direzionale si osserva che il vento “soffia” maggiormente da tre direzioni: da nord-nord-est da cui proviene circa il 10% del vento con una velocità compresa tra  $0.3 - 5$  m/s, da est-nord-est soffia circa il 6% del vento con una velocità compresa tra  $10 - 15$  m/s e circa il 9% soffia da ovest-sud-ovest con una velocità che varia tra i  $5 - 10$  m/s.



**Fig. 6.2.3.2.1.** Dispersion direzionale e velocità del vento.

### 6.2.3.3. Correnti

I dati relativi alle correnti sono stati misurati attraverso un correntometro situato ad Amantea nel periodo compreso tra novembre 2004 e aprile 2006.

Le misure sono state prelevate alle seguenti profondità:

1 ÷ 2 m      fig. 6.2.3.3.1.

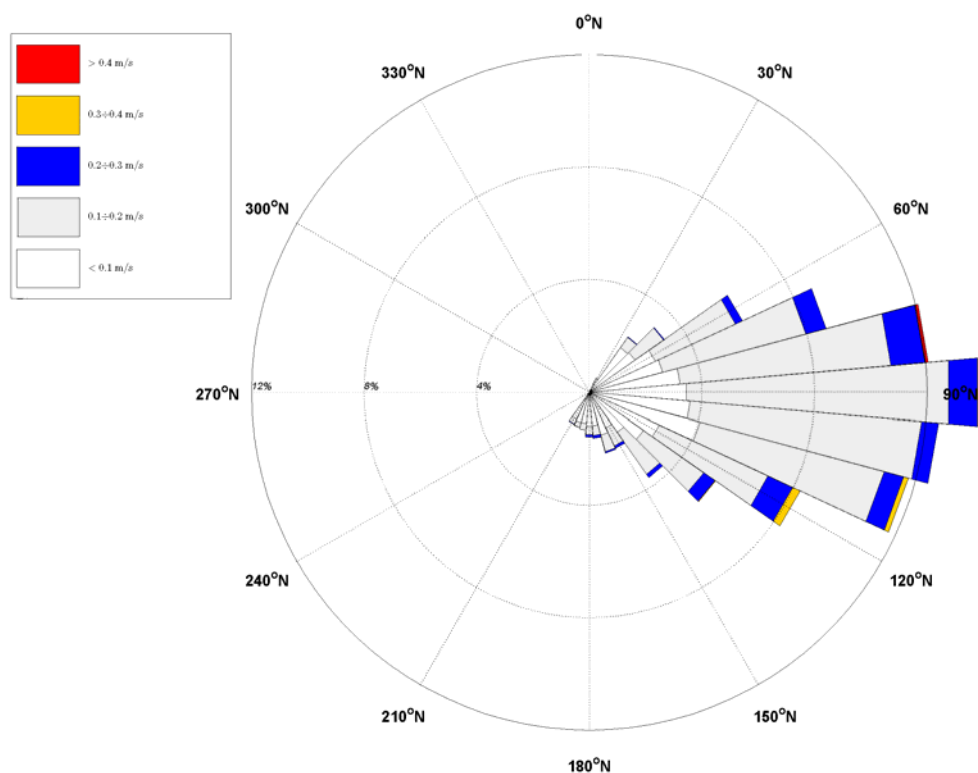
3 ÷ 6 m      fig. 6.2.3.3.2.

7 ÷ 10 m     fig. 6.2.3.3.3.

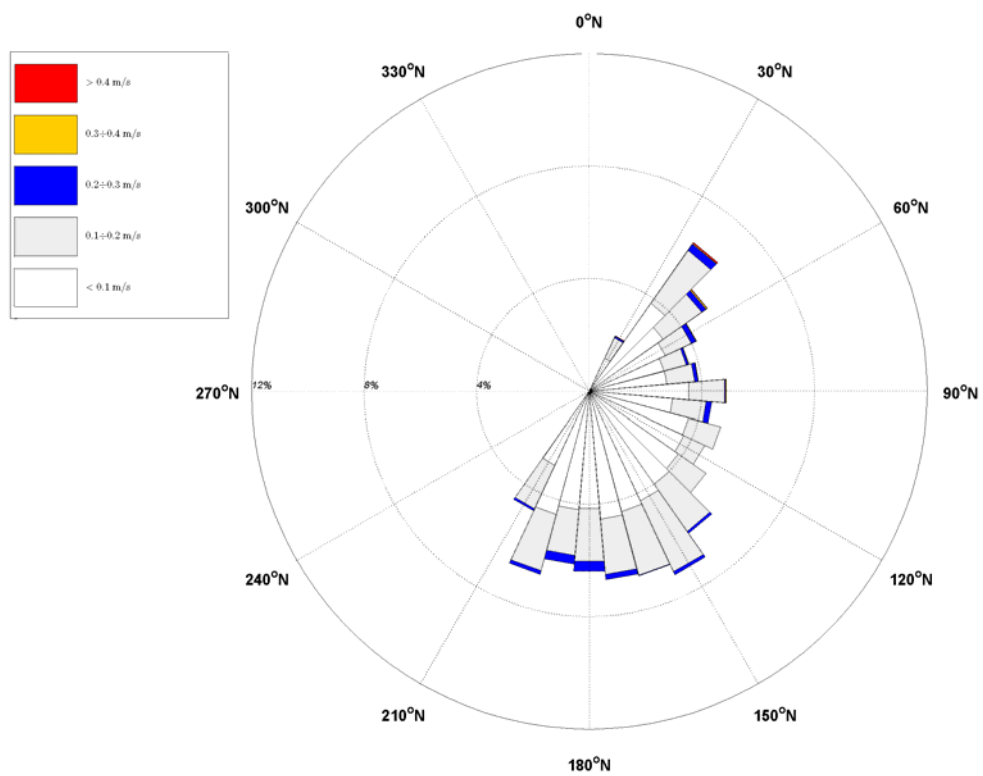
11 ÷ 14 m    fig. 6.2.3.3.4.

15 ÷ 18 m    fig. 6.2.3.3.5.

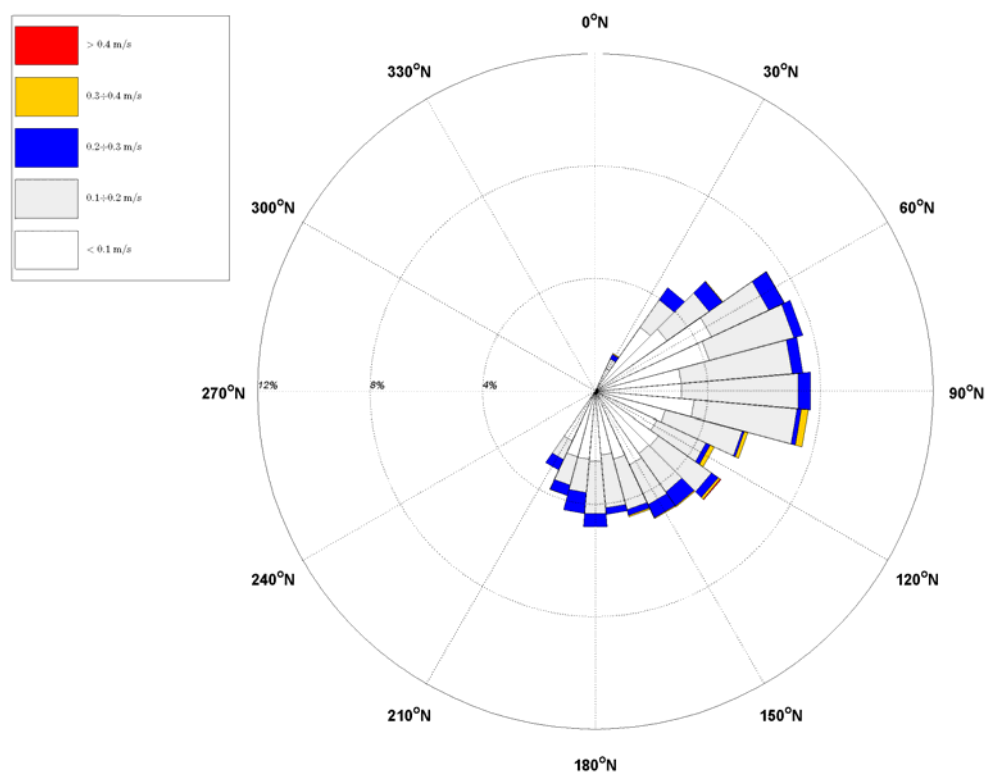
19 ÷ 22 m    fig. 6.2.3.3.6.



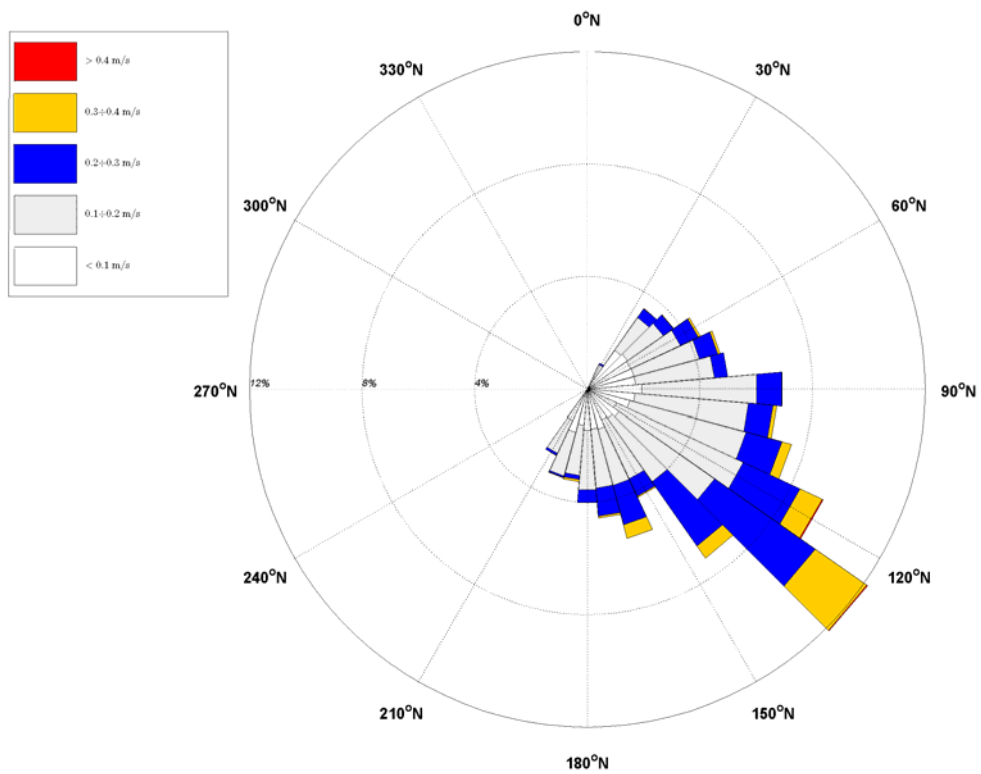
**Fig. 6.2.3.3.1.** Dispersion direzionale e velocità delle correnti tra 1-2 m di profondità.



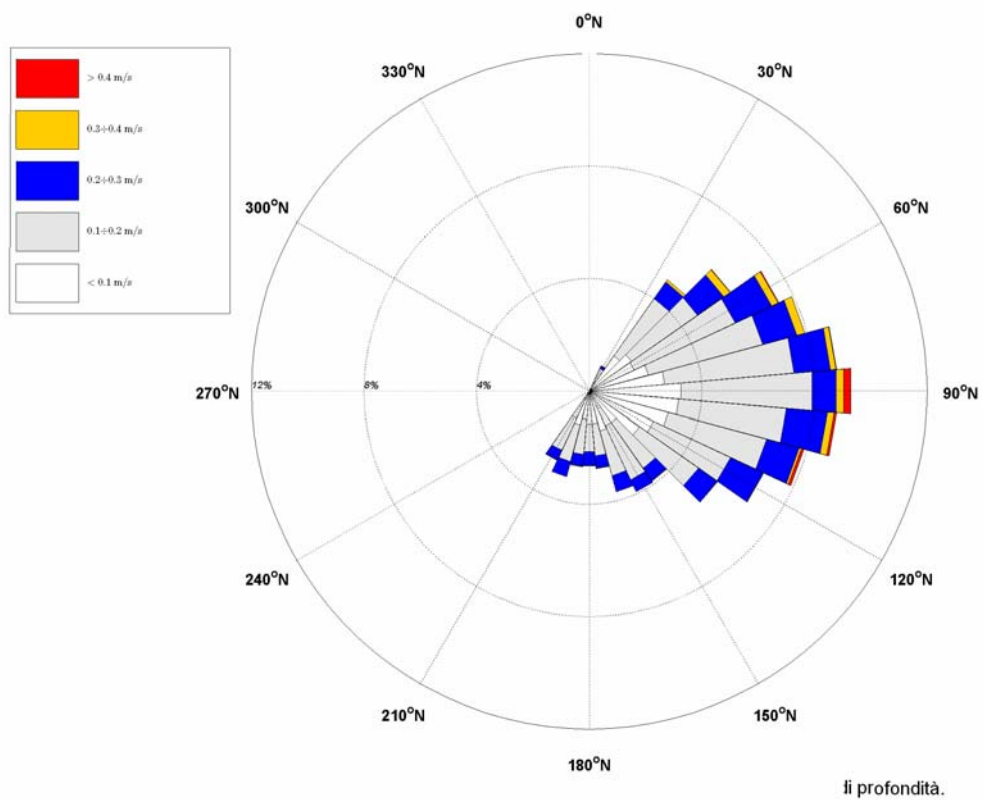
**Fig. 6.2.3.3.2.** Dispersion direzionale e velocità delle correnti tra 3-6 m di profondità.



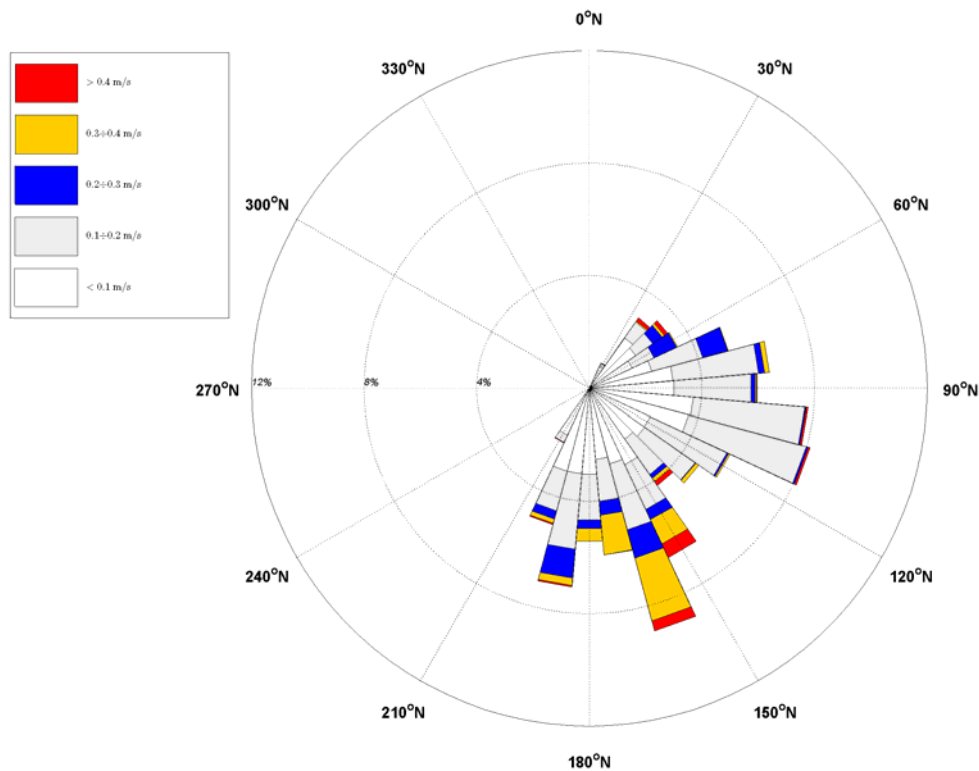
**Fig. 6.2.3.3.3.** Dispersion direzionale e velocità delle correnti tra 7-10 m di profondità.



**Fig. 6.2.3.3.4.** Dispersion direzionale e velocità delle correnti tra 11-14 m di profondità.



**Fig. 6.2.3.3.5.** Dispersion direzionale e velocità delle correnti tra 15-18 m di profondità.



**Fig. 6.2.3.3.6.** Dispersion direzionale e velocità delle correnti tra 91-22 m di profondità.

Nei primi 2 m di profondità le correnti hanno maggiormente una velocità di  $0.1 \div 0.2$  m/s anche se possono arrivare ad una velocità maggiore di 0.4 m/s. tra i 3 ÷ 6 m la corrente ha una velocità minore di 0.1 m/s. tra i 7 ed i 22 m si osserva un progressivo aumento della velocità delle correnti.

#### 6.2.4. Natura e conformazione delle coste

Il basso Tirreno Campania, Basilicata e Calabria presenta analoghe caratteristiche, con coste prevalentemente alte e rocciose, alternate da brevi lidi sabbiosi tra cui la Piana di Gioia Tauro.

Questa zona è caratterizzata da coste basse (a livello del mare) in fase di avanzamento come si può evincere dalle immagini seguenti.





**Fig. 6.2.4.1.** Tipologia della costa.



**Fig. 6.2.4.2.** Litologia della costa.



### **6.2.5. Andamento del trasporto solido litoraneo**

Attraverso l'immagine dell'“*Atlante delle spiagge Italiane*” si può osservare l'andamento del trasporto solido litoraneo che converge verso il porto di Gioia Tauro. Lungo la costa situata a Nord rispetto al porto il trasporto solido è diretto verso sud mentre lungo la costa Sud rispetto al porto di Gioia Tauro il trasporto solido litoraneo è diretto verso Nord.

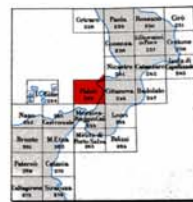
Quello che si può osservare dall'immagine (Fig. 6.2.5.1.) è una convergenza del trasporto di solidi litoranei verso il porto di Gioia Tauro. Questo andamento ha fatto sì che negli anni si è verificato un progressivo avanzamento della costa adiacente al canale portuale come mostrato in Fig.6.2.5.2.



## Foglio 245 PALMI



Posizione geografica del Foglio



Quadro d'Unione Fogli I.G.M.

### OPERE UMANE HUMAN ACTIVITIES

Perimetro verso terra delle aree costiere urbanizzate sulla base dei più recenti dati disponibili.  
Landward limit of the urbanized coastal areas on the basis of the most recent data available.

Grossi complessi industriali.  
Large industry facilities.

Aggiornamento della portualità. La data è riferita all'inizio dei lavori.  
Updated harbour structures. The date refers to the beginning of the works.

Nuove opere portuali:  
a) cartografabili significativamente alla scala 1:100.000; b) non cartografabili significativamente alla scala 1:100.000.  
Le date si riferiscono all'inizio dei lavori.  
Newly-built harbour: a) mappable on 1:100,000 scale; b) not mappable on 1:100,000 scale. The date refers to the beginning of the works.

Prelievo di inerti sulla spiaggia:  
a) aree attualmente sfruttate; b) aree abbandonate.  
Beach material mining: a) under exploitation; b) worked out.

Dighe nel bacino idrografico: a) diga singola; b) serie di dighe. Il rapporto  $x/y$  corrisponde al rapporto fra l'estensione planimetrica totale in km<sup>2</sup> del bacino idrografico e quella sottesa dalle dighe singole o comunque dalla diga più a valle. L'ubicazione del simbolo non rispetta l'effettiva localizzazione dell'intervento.  
Dams in the drainage basin: a) single dam; b) two or more dams. The  $x/y$  ratio is the ratio between the watershed area in km<sup>2</sup> and the area subtended by a single dam or by the last downstream dam. The symbol is not in the true location of the object.

Cava o cave in alveo:  
a) attualmente sfruttata/fruttata; b) abbandonata/abbandonata.  
L'ubicazione del simbolo non rispetta la localizzazione dell'intervento.  
Quarry or quarries in river bed: a) under exploitation; b) worked out. The symbol is not in the true location of the object.

Sponde fluviali banchinate o arginate presso la foce.  
River banks with quays or dykes at the mouth.

Foci fluviali armate.  
Jetties.

Opere di difesa trasversali:  
a) soffolite; b) emergenti.  
I simboli coprono il tratto di costa interessato dalle opere.  
Groins or similar: a) submerged; b) emerging. Symbols cover the stretch of protected coast.

Opere di difesa longitudinali distaccate:  
a) soffolite; b) emergenti.  
I simboli coprono il tratto di costa interessato dalle opere.  
Detached breakwaters: a) submerged; b) emerging. Symbols cover the stretch of protected coast.

Opere di difesa miste (longitudinali e trasversali) o diverse:  
a) soffolite; b) emergenti.  
I simboli coprono il tratto di costa interessato dalle opere.  
Protective structures both longitudinal and transversal to the shoreline (or others): a) submerged; b) emerging. Symbols cover the stretch of protected coast.

Opere di difesa longitudinali aderenti.  
Il simbolo copre il tratto di costa interessato dall'opera.  
Sewalls, revetments and similar. Symbols cover the stretch of protected coast.

Argini di contenimento o opere similari arretrate rispetto alla linea di riva.  
Dykes, mounds and similar.

Immissione di materiali per ripascimento artificiale.  
Stockpiles for artificial nourishment.

Pontili.  
Piers.

### TIPI NATURALI NATURAL FEATURES

Aree litoranee subsidenti di cui sia stimabile l'abbassamento medio.  
X corrisponde all'indicazione puntuale del valore medio di subsidenza in mm/anno. Y corrisponde al periodo cui si fa riferimento.  
Littoral subsident zones whose mean sinking has been assessed. X is the local subsidence mean value in mm/year. Y is the period of reference.

Linee di riva più recentemente restituite:  
a) in spiaggia sabbiosa; b) in spiaggia sabbioso - ciottolosa; c) in spiaggia ciottolosa.  
Latest mapped shorelines: a) sand beach; b) sand - cobble beach; c) cobble beach.

Attuale tendenza evolutiva delle linee di riva di più recente restituzione:  
a) all'arretramento; b) all'avanzamento.  
I simboli coprono il tratto di riva interessato dalla specifica tendenza.  
Present trend of the latest mapped shorelines: a) recession; b) progression. Symbols cover the stretch of shoreline concerned with the specific trend.

Coste alte in roccia o in materiale di deposito e coste rocciose:  
a) alla battigia; b) in posizione leggermente arretrata rispetto alla battigia.  
Cliff or cliff-rock strewn shoreline: a) at the beach-face; b) behind the beach-face.

Pendenza in % del fondale marino dalla battigia all'isobata di 5 m:  
a) desunta dalla cartografia dell'I.M.; b) desunta da recenti rilievi batimetrici lungo profili trasversali alla linea di riva.  
Seabottom slope (%) from shoreline to 5m isobath: a) from the charts of Istituto Idrografico della Marina Militare Italiana; b) from recent transverse seabottom profiles.

Variazioni dei fondali marini oltre l'isobata di 2 m sulla base di rilevamenti recenti e confrontabili:  
a) fondali in accretione; b) fondali in erosione.  
I simboli sono posizionati in aree significative e rispecchiano la localizzazione reale.  
Seabottom changes beyond the 2m isobath obtained from recent and comparable surveys: a) seabottom in accretion; b) seabottom under erosion. Symbols are placed in significative areas and in the true position.

Cordoni di dune allo stato naturale (anche se rimboschiti):  
a) non in erosione; b) in erosione.  
Natural dune belt (also afforested): a) stable or in accretion; b) under erosion.

Cordoni di dune antropizzati:  
a) e b) c.s.  
Il simbolo di colore verde indica l'estensione lungo riva dell'antropizzazione.  
Dune belt affected by human activities: a) and b) as above. Green coloured symbol shows the extent of human activities along the shore.

Serie di cordoni dunari:  
a) due o più ordini di cordoni non in erosione; b) due o più ordini di cordoni di cui solo il più avanzato è in erosione.  
Series of dune belts: a) two or more dune belts stable or in accretion; b) two or more dune belts, the frontal one under erosion.

Cordoni dunari antropizzati.  
Dune belts affected by human activities.

Barre e/o cordoni sottomarini:  
a) singoli; b) in serie.  
La posizione del simbolo non rispetta l'effettiva ubicazione dell'elemento morfologico.  
Bars: a) single bar; b) series of bars. The symbol is not in the true location of the object.

Barre di foce fluviale e lagunare:  
a) singola barra; b) serie di barre.  
La posizione del simbolo non rispetta l'effettiva ubicazione dell'elemento morfologico.  
Inlet or river mouth bars: a) single bar; b) series of bars. The symbol is not in the true location of the object.

### DINAMICA IDROLOGICA E SEDIMENTARIA HYDROLOGIC AND SEDIMENTARY DYNAMICS

Apporto solido in tonnellate/anno:  
a) materiale prevalentemente grossolano; b) materiale prevalentemente fine.  
Sediment supply: a) mainly coarse sediment; b) mainly fine sediment.

Verso del trasporto solido netto:  
a) lungo riva; b) al largo.  
Downdrift: a) longshore; b) offshore.

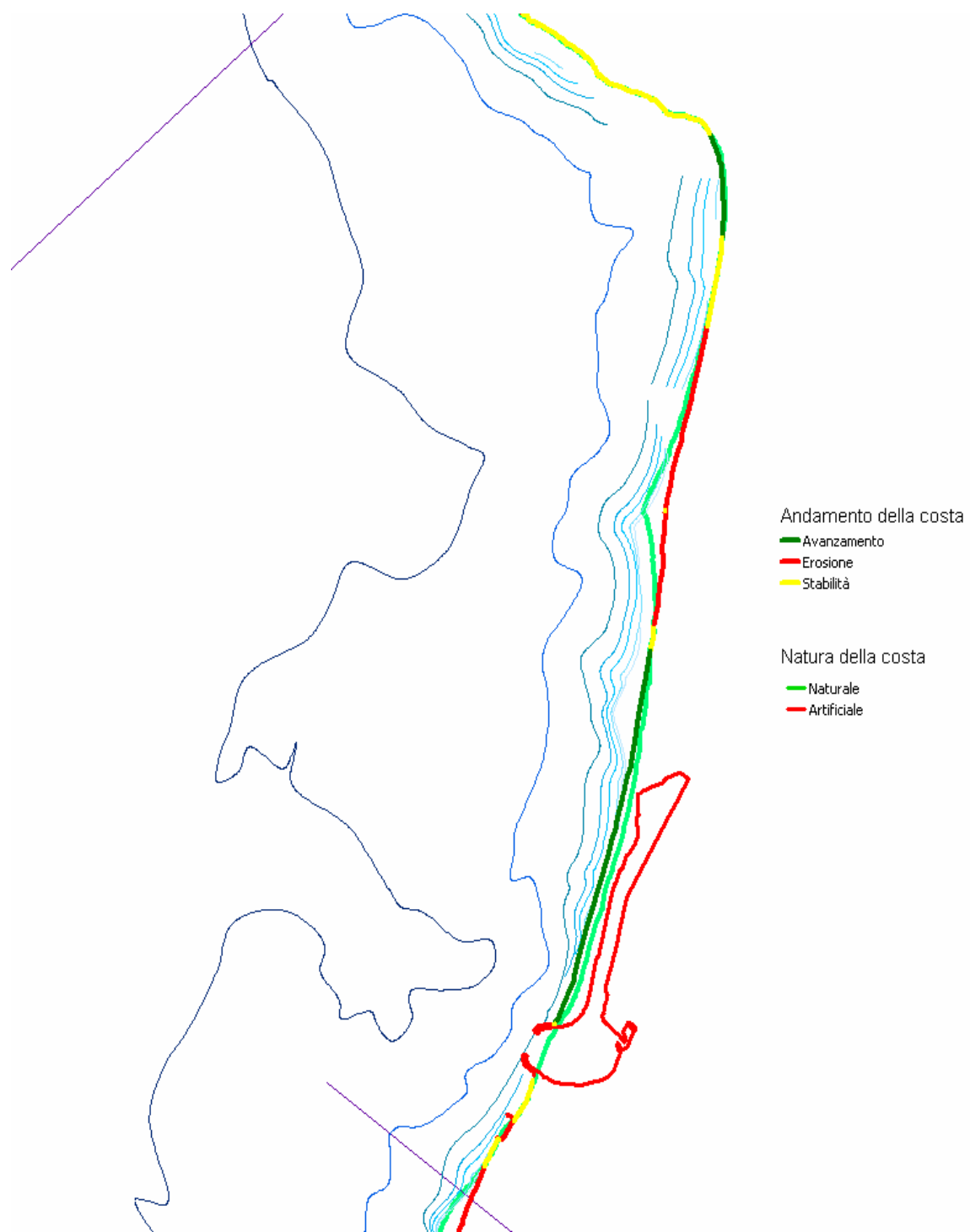
Verso del trasporto solido supposto.  
Supposed downdrift.

Rip current e flusso trasversale con l'indicazione della velocità massima in cm/sec.  
Rip current or seaward return flow and indication of the maximum speed in cm/sec.

Granulometria dei sedimenti della spiaggia sottomarina:  
a) granulo medio > 2 mm  
b) granulo medio 2 - 0,062 mm  
c) granulo medio < 0,062 mm  
Grain size of submarine beach: a) mean > 2 mm; b) mean 2 - 0,062 mm; c) mean < 0,062 mm.

Province petrografico-sedimentarie (complesso di sedimenti caratteristici per posizione geografica, composizione e provenienza):  
A1-10 = Province dell'area adriatica.  
11 = Provincia dell'area ionica.  
T1-17 = Province dell'area tirrenica.  
Le componenti caratterizzanti le varie province petrografiche sedimentarie sono riportate sui singoli fogli.  
Sediment petrographical provinces (sediment associations which form a unit as to age, distribution and provenance) A1-10 Adriatic provinces; 11 Ionian province; T1-17 Tyrrhenian provinces. Characteristics of the different provinces are given in the Sheets.

Fig. 6.2.5.1.b) Legenda dell'Atlante delle Spiagge.



**Fig. 6.2.5.2.** Andamento e natura della costa





**Fig. 6.2.5.3.** Andamento della costa

## 6.2.6. Traffico navale ed attività portuali pregresse ed attuali previste dal Piano Regolatore Portuale e dai piani di sviluppo portuale

Nelle seguenti tabelle sono messi a confronto i traffici navali dal 2002 al 2006 con le relative variazioni in percentuale:

MESE	Navi 2002	Navi 2003	Var. Navi (02) %
Gennaio	254	262	3,15
Febbraio	231	233	0,87
Marzo	254	271	6,69
Aprile	270	262	-2,96
Maggio	302	295	-2,32
Giugno	281	277	-1,42
Luglio	289	265	-8,30
Agosto	293	249	-15,02
Settembre	286	238	-16,78
Ottobre	286	240	-16,08
Novembre	275	240	-12,73
Dicembre	255	233	-8,63
<b>Totale</b>	<b>3.276</b>	<b>3.065</b>	<b>-6,44</b>

MESE	Navi 2003	Navi 2004	Var. Navi (04) %
Gennaio	262	220	-16,03
Febbraio	233	225	-3,43
Marzo	271	250	-7,75
Aprile	262	232	-11,45
Maggio	295	248	-15,93
Giugno	277	223	-19,49
Luglio	265	244	-7,92
Agosto	249	252	1,20
Settembre	238	250	5,04
Ottobre	240	253	5,42
Novembre	240	226	-5,83
Dicembre	233	227	-2,58
<b>Totale</b>	<b>3.065</b>	<b>2.850</b>	<b>-7,01</b>

MESE	Navi 2004	Navi 2005	Var. Navi (04) %
Gennaio	220	241	9,55
Febbraio	225	205	-8,89
Marzo	250	232	-7,20
Aprile	232	242	4,31
Maggio	248	257	3,63
Giugno	223	236	5,83
Luglio	244	248	1,64
Agosto	252	250	-0,79
Settembre	250	235	-6,00
Ottobre	253	240	-5,14
Novembre	226	236	4,42
Dicembre	227	229	0,88
<b>Totale</b>	<b>2.850</b>	<b>2.851</b>	<b>0,04</b>

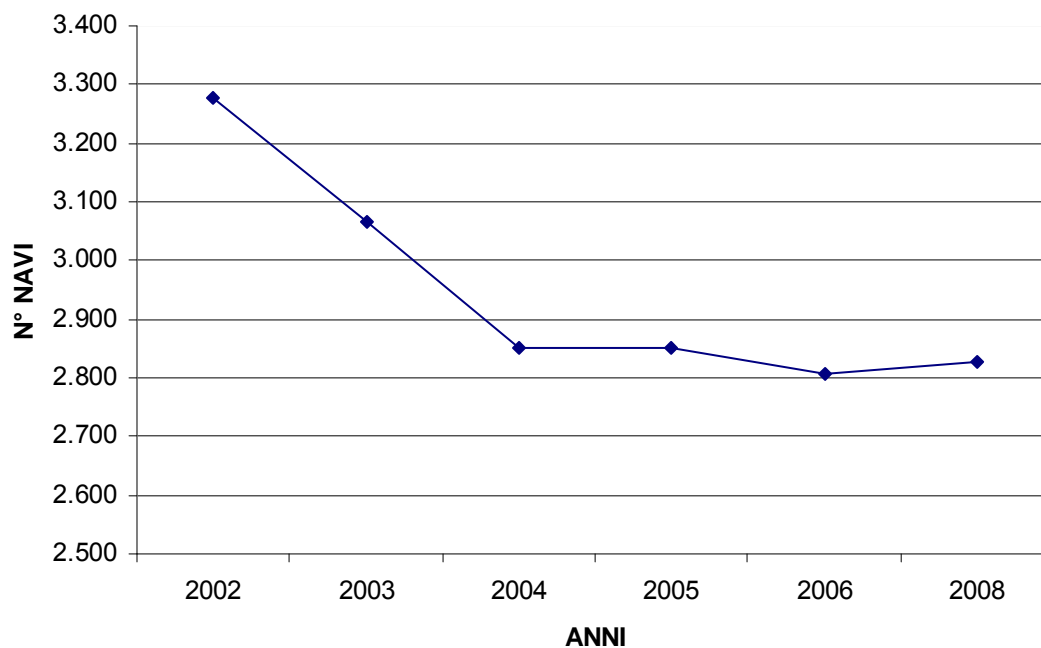
MESE	Navi 2005	Navi 2006	Var. Navi (05) %
Gennaio	241	214	-11,20
Febbraio	205	202	-1,46
Marzo	232	258	11,21
Aprile	242	237	-2,07
Maggio	257	245	-4,67
Giugno	236	229	-2,97
Luglio	248	250	0,81
Agosto	250	233	-6,80
Settembre	235	239	1,70
Ottobre	240	254	5,83
Novembre	236	235	-0,42
Dicembre	229	210	-8,30
<b>Totale</b>	<b>2.851</b>	<b>2.806</b>	<b>-1,58</b>



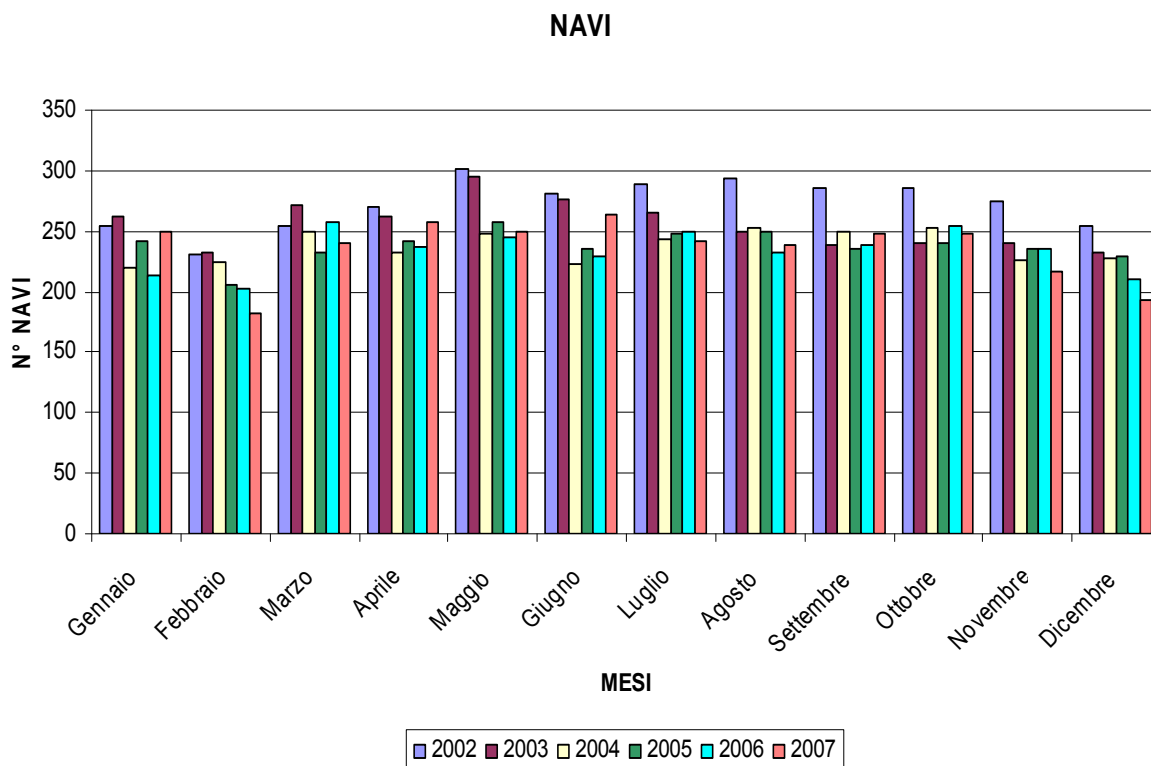
MESE	Navi 2006	Navi 2007	Var. Navi (06) %
Gennaio	214	249	16,36
Febbraio	202	182	-9,90
Marzo	258	240	-6,98
Aprile	237	257	8,44
Maggio	245	249	1,63
Giugno	229	264	15,28
Luglio	250	241	-3,60
Agosto	233	239	2,58
Settembre	239	248	3,77
Ottobre	254	248	-2,36
Novembre	235	217	-7,66
Dicembre	210	193	-8,10
<b>Totale</b>	<b>2.806</b>	<b>2.827</b>	<b>0,75</b>

Graficamente si può osservare che:

### TRANSITO NAVI



Dai seguenti dati si può osservare che dal 2002 al 2006 si è verificata una progressiva diminuzione dei traffici navali all'interno del porto di Gioia Tauro. Analizzando i sei anni presi in considerazione (2002-2007) si osserva che il 2002 è l'anno in cui all'interno del porto sono transitate 3.276 navi ed il 2006 corrisponde all'anno in cui sono transitate solamente 2.806 navi.



I mesi di maggio e luglio sono quelli in cui, in tutti e 6 gli anni, sono transitate in media 250 navi mentre febbraio è il mese in cui all'interno del porto, nello stesso arco temporale, sono transitate il numero minore di navi.

Le attività portuali pregresse (2004 – 2007) previste dal piano regolatore sono state:

**⌘ Adeguamento dell'imboccatura sud**

In data 17 giugno 2004 è stata avviata la gara per l'affidamento dei lavori con la procedura dell'appalto integrato.

Il procedimento è tuttora in corso.

**⌘ Ampliamento del canale portuale.**

In data 11 agosto 2004 si sono concluse le operazioni di gara per l'affidamento dei lavori con procedura del pubblico incanto.

I lavori sono stati aggiudicati all'impresa CO.ED.MAR. S.r.l. di Chioggia.

**⌘ Realizzazione banchina alti fondali.**

I lavori di costruzione rientranti nella pianificazione 2001-2004, sono stati ultimati in data 30 agosto 2004.

**⌘ Escavo canale portuale.**

I lavori sono stati ultimati in data 06/04/2004.

**⌘ Nuova imboccatura portuale nord.**

Nell'ambito del progetto complessivo delle opere riguardanti la realizzazione della nuova imboccatura portuale nord è stata elaborata la progettazione definitiva per la costruzione di un ulteriore tratto di banchina di riva che prevede l'ampliamento del fronte accosto di m. 443 ed approfondimento dei fondali fino a 15 m. per una durata dei lavori prevista in mesi diciotto.

**⌘ Progetto pilota “Gioia Tauro approdo sicuro”**

E' stato perfezionato l'iter di affidamento della progettazione definitiva degli interventi finalizzati all'adeguamento degli apprestamenti di sicurezza alle più avanzate soluzioni tecniche secondo le direttive derivanti dalla nuova normativa internazionale.

I lavori comporteranno l'implementazione di infrastrutture, sistemi e reti ai massimi standard operativi confermando lo scalo fra quelli a più elevato indice di sicurezza dal rischio di minacce esterne.

**⌘ Lavori di ordinaria e straordinaria manutenzione**

Sono stati effettuati lavori di ordinaria e straordinaria manutenzione.

Il programma degli interventi relativi al triennio 2005 – 2007 prevede i seguenti interventi:

### **1) Adeguamento dell'imboccatura sud**

Completamento della procedura di gara, approvazione del progetto esecutivo, aggiudicazione ed esecuzione dei lavori di adeguamento funzionale dell'imboccatura sud.

### **2) Dragaggi**

I lavori sono necessari per completare l'approfondimento dei fondali a metri 18.

Sono previsti inoltre, interventi finalizzati a migliorare la stabilità dei fondali al piede delle banchine di accosto.

### **3) Pavimentazione piazzali Sud**

Per soddisfare le esigenze connesse alla movimentazione dei container, si rende necessario l'ampliamento dei piazzali operativi sia a sud che a nord. Nell'ambito di tale priorità è stato pianificato un intervento per la realizzazione dei piazzali nell'area retrostante la banchina alti fondali della superficie di 7,5 ettari. E' prevista la pavimentazione delle aree e la realizzazione degli impianti di servizio. L'intervento interessa una superficie complessiva di 11 ettari. Sui rimanenti 3,5 ettari è previsto l'intervento di pavimentazione delle aree da parte della Medcenter Container Terminal.

### **4) Pavimentazione piazzali Est**

Gli interventi previsti comportano la realizzazione di lavori di pavimentazione delle aree adiacenti l'attuale terminal container per una superficie complessiva di 35 ettari. I nuovi piazzali saranno forniti di impianti di raccolta acque meteoriche, di cavidotti di servizio e di impianto di illuminazione. L'importo dei lavori ammonta a € 20.000.000,00.

### **5) Riqualificazione uffici direzionali ex Isotta Fraschini**

Si è previsto l'intervento finalizzato al ripristino dei locali situati nel complesso dello stabilimento industriale ex Isotta Fraschini, di proprietà dell'Autorità Portuale, da destinare a sede provvisoria degli uffici dell'Ente. È stato già elaborato il progetto dei lavori di riqualificazione che saranno completati entro il 2005.

### **6) Nuova imboccatura portuale e banchina nord**

E' stata elaborata la progettazione definitiva per la costruzione di un ulteriore tratto di banchina di riva per l'ampliamento del fronte di accosto della banchina nord di ulteriori 443 m. E' prevista l'approvazione del progetto e l'aggiudicazione ed avvio dei lavori che costituisce il primo lotto funzionale degli interventi. Sono in corso gli studi relativi alla

progettazione della nuova imboccatura così come richiesto dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

#### **7) Opere strategiche di cui alla delibera CIPE 89/2003.**

Queste opere comprendono gli interventi inseriti nel programma delle opere strategiche riguardanti l'*hub* interportuale di Gioia Tauro, con successiva delibera n. 89 in data 13/11/2003 pubblicata nella G.U. n. 82 del 07 aprile 2004 .

#### **8) Progetto pilota “Gioia Tauro approdo sicuro”**

E' prevista la prosecuzione del procedimento finalizzato alla realizzazione dl progetto .

Le fasi attuative che interesseranno l'anno 2005 riguardano l'aggiudicazione e realizzazione dei lavori. I costi relativi all'esecuzione degli stessi sono coperti dall'apposito finanziamento concesso dal Ministero delle Infrastrutture.

#### **9) Adeguamento strutturale delle banchine di levante**

L'intervento è finalizzato al risanamento ed adeguamento strutturale delle banchine e delle vie di corsa delle gru. I lavori pertanto serviranno per dare continuità statica al diaframma lato mare del banchinamento di levante che presenta aperture e vuoti di diverse dimensioni e per consentire l'utilizzo di nuove e più pesanti gru di banchina.

#### **10) Manutenzione straordinaria ed ordinaria**

Gli interventi di manutenzione straordinaria ed ordinaria si riferiscono principalmente a lavori di riparazione dei diaframmi di banchina e ripristino di opere riguardanti la viabilità, gli arredi portuali, la segnaletica e le reti di servizio. Sono previsti inoltre interventi finalizzati a migliorare la stabilità dei fondali al piede delle banchine di accosto.

Le attività portuali attuali, in fase di esecuzione, e previste dal piano operativo triennale 2008-2010 nel porto di Gioia Tauro sono le seguenti:

#### **⌘ Ampliamento del canale portuale**

L'intervento riguarda l'allargamento del canale del porto nel tratto del molo di ponente compreso tra gli scivoli Ro-Ro e la radice del braccio nord del bacino di espansione. L'opera è finalizzata a rendere sicura la navigazione del canale portuale alle navi di maggiori dimensioni accompagnate dai rimorchiatori.

Con tale intervento è previsto un allargamento del canale dal valore attuale di 184 m ad una valor medio di circa 236 m.

Lo stato d'avanzamento fisico dei lavori ha raggiunto una quota percentuale pari al 55%.

Il ritrovamento in fase di esecuzione di materiale litoide non previsto progettualmente, ha reso necessario l'avvio della compilazione di una perizia di variante, che comporterà un differimento del termine contrattuale, già previsto entro l'anno in corso, al primo semestre dell'anno 2008.

#### **⌘ Approfondimento e consolidamento dei fondali del canale portuale e del bacino di espansione, nonché adeguamento strutturale e realizzazione della terza via di corsa nei tratti A, B e C delle banchine di levante**

Il lavoro prevede l'approfondimento dei fondali del canale portuale per uno sviluppo pari a circa 1.900 m e il relativo adeguamento strutturale degli elementi di banchina.

E' prevista inoltre la realizzazione della sede della terza via di corsa per consentire l'allestimento degli spazi operativi con gru Super-Post Panamax in grado di movimentare i carichi dalle navi di ultima generazione.

Il lavoro è stato appaltato alla ATI Grandi Lavori Fincosit s.p.a., Pietro Cidonio s.p.a. e S.I.D.R.A., VIPP s.p.a.

#### **⌘ Realizzazione della banchina a giorno su pali nel bacino nord**

Il progetto del completamento delle banchine di riva del bacino nord prevede l'esecuzione di una banchina a giorno antiriflettente su pali di gran diametro, in prosecuzione di quella esistente, di lunghezza pari a ml 234,00, per un ulteriore sviluppo

lineare di 432,00 m. Al termine dei lavori si disporrà di un unico accosto lineare di sviluppo pari a circa 667 m.

L'impresa esecutrice è l'A.T.I.: TREVI S.p.A. (capogruppo mandataria) e DEMOTER S.p.A. I relativi lavori sono in corso di esecuzione e registrano un grado di avanzamento fisico pari al 50%.

#### **⌘ Lavori di realizzazione dell'ampliamento lato Est del piazzale contenitori e di una torre di controllo**

L'opera si articola in due sezioni:

- realizzazione di un piazzale portuale adiacente al terminal container in esercizio che ne costituisce un ampliamento;
- costruzione di una torre di controllo in cui insediare la sala operativa del sistema di sorveglianza e sicurezza portuale.

L'ampliamento del terminal interessa un'area posta ad est delle banchine operative e si riferisce ad una fascia di superficie pari a 390.000,00 mq con larghezza pari a 174 m circa e lunghezza di oltre 2250 m, pari allo sviluppo lineare del terminal stesso.

L'impresa esecutrice è l'A.T.I. : Franco Giuseppe S.r.l. (capogruppo mandataria) di Roccella Jonica (RC) e ING: PAVESI & C S.p.A. Parma.

Le opere relative all'ampliamento del piazzale contenitori sono sostanzialmente ultimate, mentre, a seguito delle mutate esigenze espresse anche dal Comando Generale delle 15 Capitanerie di Porto, è in fase di rivisitazione la programmata realizzazione della torre di controllo.

#### **⌘ Reti materiali e della viabilità interna e di raccordo alla piastra del freddo**

Si tratta del primo gruppo di interventi inclusi nella Delibera CIPE 89/03 "Allacci Plurimodali del sistema Interportuale di Gioia Tauro".

L'appaltatore ha esaurito la fase di progettazione esecutiva e, entro la fine dell'anno 2007, si provvederà alla consegna delle attività di cantiere.

#### **⌘ Fornitura di apparecchiature hardware e software e di opere edili ed impiantistiche accessorie per la realizzazione di un sistema integrato per la sicurezza del Porto di Gioia Tauro (II°lotto)**

Il progetto degli impianti di sicurezza del porto di Gioia Tauro include protezioni fisiche (recinzione, barriere antiintrusione, tornelli d'accesso) e protezioni passive (videocamere, video motion detection etc) ed è articolato in due lotti di realizzazione.

I lavori di I° lotto sono stati ultimati, mentre le attività relative al II° lotto, che attengono essenzialmente alla fornitura delle apparecchiature di controllo, sono in avanzata fase di esecuzione e registrano una progressione fisica pari al 70%.



## 6.2.7. Natura e localizzazione dei Traffici

Il traffico di merci nel porto di Gioia Tauro è rappresentato essenzialmente dalla movimentazione di contenitori ed auto. Di seguito sono riportate delle tavole statistiche Ctrs IMO dal 2002 al 2007 che indicano la tipologia ed il rispettivo quantitativo del materiale che è stato movimentato nei mesi. Più precisamente per le classi vengono movimentati i seguenti materiali:

2 = gas compressi

Aerosol

2.1 = gas compressi infiammabili

Accendini

Idrocarburi gassosi in miscela compressa, N.A.S.

Metilacetilene e propadiene in miscela stabilizzata

2.2 = gas compressi non infiammabili

Estintori

Tetrafluorometano, gas refrigerante R 14

1,1,1,2 – tetrafluoroetano, gas refrigerante R 134 a

2.3 = gas compressi volatili

Bromuro di etilene

Ossido di etilene

Bromuro d'idrogeno

3 = liquidi infiammabili

Adesivi

Etanolo

Pitture

Prodotti per profumeria

Liquidi infiammabili, N.A.S.

4.1 = solidi infiammabili

Fosforo amorfo

Paraformaldeide

Zolfo

4.2 = solidi infiammabili suscettibili di combustione spontanea

Fosforo bianco o giallo, secco o ricoperto d'acqua o in soluzione

Carbone d'origine animale e vegetale

Idrosolfito di sodio

4.3 = solidi infiammabili che a contatto con l'acqua sviluppano gas infiammabile

Carburo di calcio

Calcio silicio

Ferrosilicio

5.1 = materie comburenti

Nitrato di potassio

Ossidanti solidanti N.A.S.

Ipoclorito di calcio

Perossido d'idrogeno in soluzione acquosa

Nitrato d'ammonio

5.2 = perossidi organici

Perossido organico di tipo D, liquido

Perossido organico di tipo E, solido

Perossido organico di tipo F, liquido

6.1 = materie tossiche

Pesticidi liquidi tossici N.A.S.

Esaclorociclopentadiene

Solfato dimetilico

Tetracloroetilene

Diclorometano

8 = corrosivi

Liquidi corrosivi N.A.S.

Batterie

Ammine liquide corrosive N.A.S.

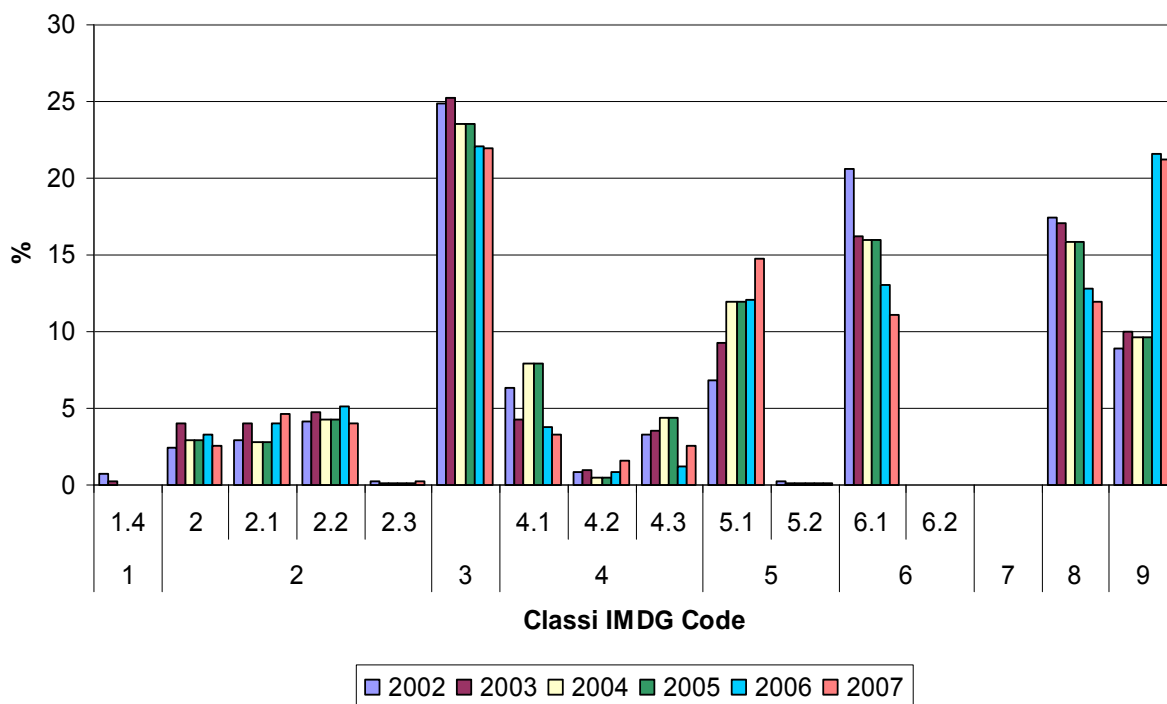
9 = materie pericolose

Materia pericolosa per l'ambiente, solida N.A.S.

Materia pericolosa per l'ambiente, liquida N.A.S.

Airbag

### Statistiche Ctrs IMO - IN/OUT via Mare (IMO)



Quello che si può osservare è che i liquidi infiammabili (Cod. IMO = 3) rappresentano la merce che nell'arco temporale dei 6 anni è stata maggiormente trafficata seguita dal materiale pericoloso negli ultimi due anni (2006 e 2007). Il materiale esplosivo dal 2004 ad oggi non è stato più movimentato mentre per i gas compressi negli anni il trasporto è rimasto pressoché uguale. Si è osservato un aumento nel tempo per i materiali comburenti ed una diminuzione delle materie tossiche (Cod. IMO = 6.1) e corrosive (Cod. IMO = 8)

Nelle seguenti tabelle vengono riportati dal 2002 al 2007 i quantitativi di contenitori espressi in teus movimentati nei rispettivi anni.

CONTENITORI MOVIMENTATI ANNO 2002		Var. TEUS(01) %
MESE	TOTALE TEUS	
Gennaio	234.514	3,47
Febbraio	205.081	0,32
Marzo	221.804	-2,85
Aprile	251.980	14,09
Maggio	272.619	26,71
Giugno	259.934	27,62
Luglio	251.135	30,97
Agosto	257.159	33,82
Settembre	237.596	31,18
Ottobre	263.838	21,11
Novembre	256.995	17,97
Dicembre	241.916	21,90
TOTALE	2.954.571	18,74

CONTENITORI MOVIMENTATI ANNO 2003		Var. TEUS(02) %
MESE	TOTALE TEUS	
Gennaio	255.202	8,82
Febbraio	234.210	14,20
Marzo	289.426	30,49
Aprile	287.456	14,08
Maggio	285.401	4,69
Giugno	273.103	5,07
Luglio	267.619	6,56
Agosto	260.246	1,20
Settembre	250.136	5,28
Ottobre	269.057	1,98
Novembre	242.176	-5,77
Dicembre	234.630	-3,01
TOTALE	3.148.662	6,57

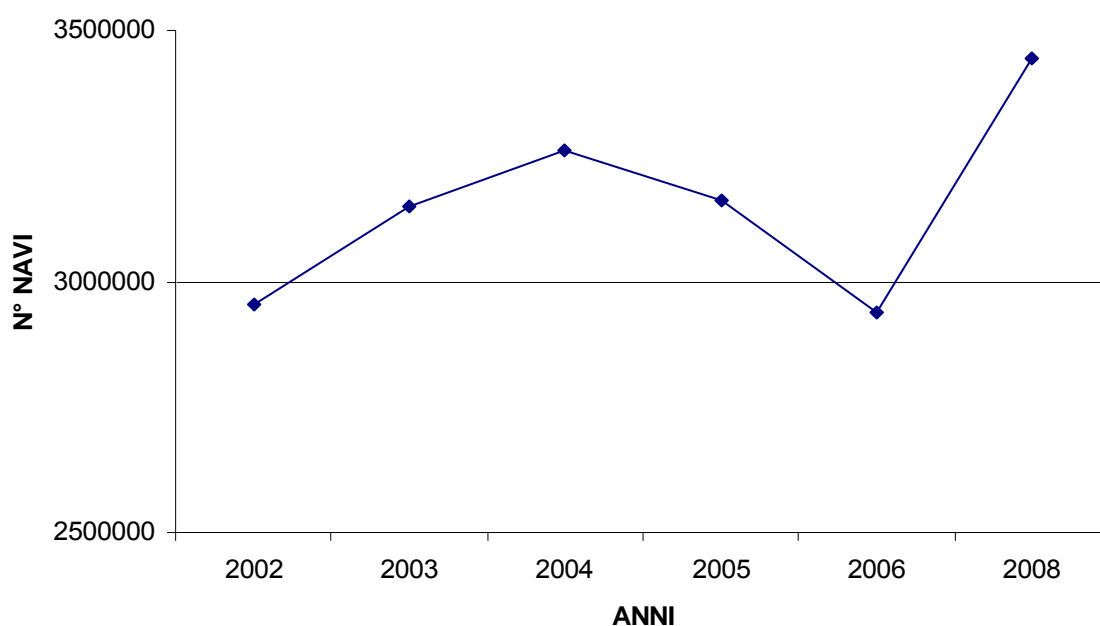
CONTENITORI MOVIMENTATI ANNO 2004		Var. TEUS(03) %
MESE	TOTALE TEUS	
Gennaio	222.790	-12,70
Febbraio	237.442	1,38
Marzo	273.024	-5,67
Aprile	266.824	-7,18
Maggio	295.892	3,68
Giugno	278.109	1,83
Luglio	284.502	6,31
Agosto	284.663	9,38
Settembre	297.004	18,74
Ottobre	295.133	9,69
Novembre	265.663	9,70
Dicembre	259.988	10,81
TOTALE	3.261.034	3,57

CONTENITORI MOVIMENTATI ANNO 2005		Var. TEUS(04) %
MESE	TOTALE TEUS	
Gennaio	287.794	29,18
Febbraio	235.498	-0,82
Marzo	280.112	2,60
Aprile	275.803	3,37
Maggio	268.190	-9,36
Giugno	262.777	-5,51
Luglio	271.064	-4,72
Agosto	273.646	-3,87
Settembre	255.960	-13,82
Ottobre	256.150	-13,21
Novembre	253.849	-4,45
Dicembre	240.138	-7,63
TOTALE	3.160.981	-3,07

CONTENITORI MOVIMENTATI ANNO 2006		Var. TEUS(05) %
MESE	TOTALE TEUS	
Gennaio	243.954	-15,23
Febbraio	202.896	-13,84
Marzo	236.122	-15,70
Aprile	220.806	-19,94
Maggio	237.272	-11,53
Giugno	247.049	-5,99
Luglio	259.638	-4,22
Agosto	263.975	-3,53
Settembre	257.200	0,48
Ottobre	271.799	6,11
Novembre	269.780	6,28
Dicembre	227.685	-5,19
TOTALE	2.938.176	-7,05

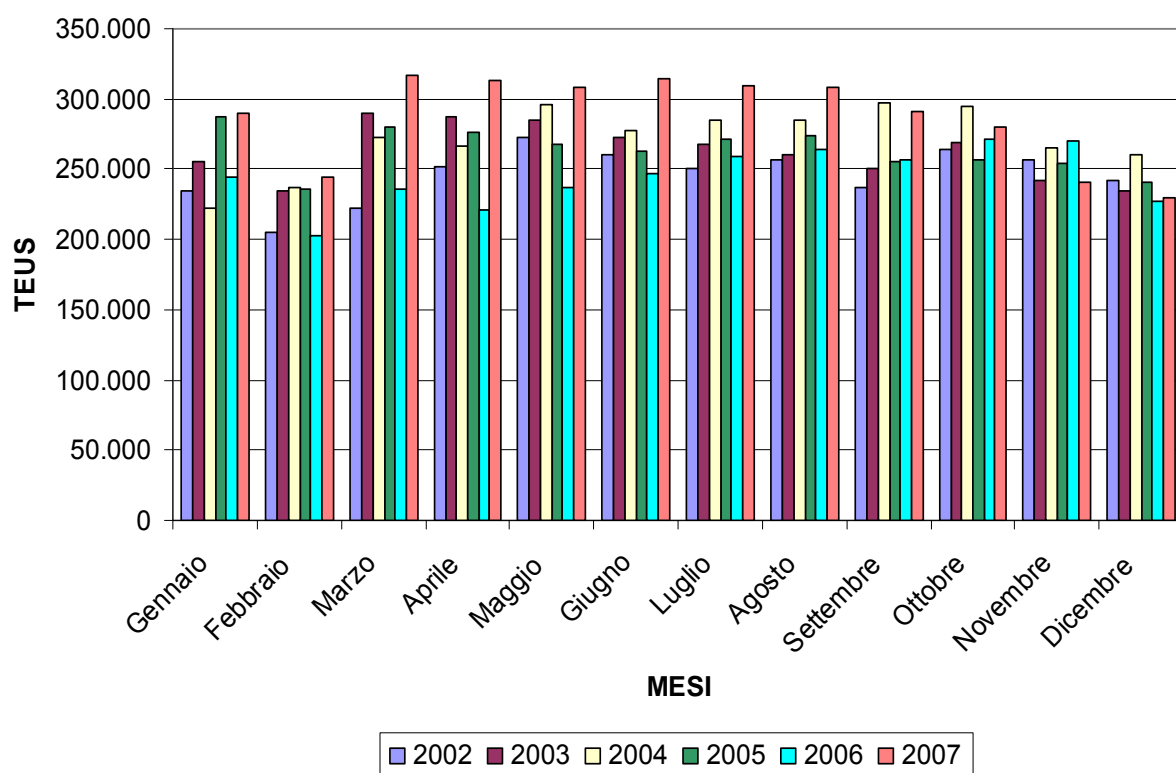
CONTENITORI MOVIMENTATI ANNO 2007		Var. TEUS(06) %
MESE	TOTALE TEUS	
Gennaio	290.160	18,94
Febbraio	244.183	20,35
Marzo	316.497	34,04
Aprile	313.150	41,82
Maggio	307.772	29,71
Giugno	314.968	27,49
Luglio	309.623	19,25
Agosto	308.001	16,68
Settembre	290.509	12,95
Ottobre	279.778	2,94
Novembre	240.637	-10,80
Dicembre	230.059	1,04
TOTALE	3.445.337	17,26

### TRANSITO NAVI



Mettendo a confronto questi ultimi 6 anni si può osservare un progressivo aumento dei teus totali movimentati negli anni dal 2002 al 2004 in cui si è raggiunto un valore massimo di 3.261.034 teus. Dopo il 2004 si è verificata una diminuzione del numero annuo totale di teus fino ad un valore minimo del 2006 di 2.938.176 teus. A differenza di questi ultimi 5 anni nel 2007 si è verificato un forte aumento annuo del numero di teus movimentati pari a 3.445.337.

### CONTAINER MOVIMENTATI



Nei mesi di luglio, agosto ed ottobre in media all'interno del porto di Gioia Tauro vengono movimentati circa 250.000 teus mentre mese di febbraio il numero dei container movimentati risulta essere il più basso.

### 6.3. Tipologia del sito da sottoporre a movimentazione

Il substrato del porto di Gioia Tauro è di natura sabbiosa e la batimetria è molto variabile.

Lo studio sui principali popolamenti animali e vegetali presenti nell'area di studio delimitata a nord dalla foce del F. Mesima e a sud da quella del F. Petraie risalgono ad uno studio condotto nel 2005. Lo studio è stato condotto solamente sulle specie più importanti economicamente tenendo presente che nell'area non erano presenti specie protette. Sono state individuate 48 specie di interesse commerciale (39 Pesci, 8 Molluschi, 1 Crostaceo), tipiche dei fondi mobili a profondità tra i 50 e i 100 m.

Risultano particolarmente diffusi tra gli Osteoitti: la triglia di fango (*Mullus barbatus*), la suacia (*Amoglossus laterna*) e il ghiozzetto (*Dententosteus quadrimaculatus*). Con minor frequenza compaiono il nasello (*Merluccius merluccius*), la rana pescatrice (*Lophius budegassa*), i pagelli (*Pagellus erythrinus* e *P. acarne*) e il cappone (*Trigla lucerna*). *A. laterna* e *D. quadrimaculatus* presenti, hanno però, un interesse commerciale scarsamente rilevante. Sono, infine, degne di nota specie come la triglia (*Mullus surmuletus*) e il pesce prete (*Uranoscopus scaber*).

I Condroitti sono scarsamente rappresentati. Se ne rilevano specie del genere *Raja*, catturate in quantità piuttosto basse. *M. barbatus*, a seconda della taglia, può rivestire grande importanza economica. Questa specie è indicatrice di fondi sabbioso-fangosi e si pesca da 10 a 500 m di profondità circa. *M. merluccius*, la cui pesca è alquanto redditizia nel periodo invernale, è catturato spesso, allo stadio maturo, su fondali intorno ai 100 m. Questa specie vive abitualmente sull'orlo della platea continentale e nelle fosse epibatiali, compiendo brevi migrazioni trofiche. Anche per *P. erythrinus* la frequenza di cattura è legata al periodo riproduttivo, durante il quale si rinvencono individui di buona taglia.

I Molluschi con valore commerciale compaiono con un buon numero di specie, appartenenti ai Cefalopodi. Il polpo (*Octopus vulgaris*) è presente in quasi tutte le cale; il polpo moscardino (*Eledone moschata*), le seppie (*Sepia officinalis*, *S. elegans* e *S. rondeleti*), sebbene meno frequenti, sono ben rappresentate in tutta l'area indagata. L'abbondanza dei Molluschi eduli è maggiore nell'area antistante il fiume Mesima, che è caratterizzata da fondali con andamento batimetrico relativamente omogeneo intorno all'isobata dei 60 m.



Delle numerose specie di Crostacei presenti, solo il gambero rosa (*Parapenaeus longirostris*), è edule: è frequente su fondi fangosi tra i 100 e i 400 m; sul mercato raggiunge prezzi medio-alti.

In conclusione, le componenti planctoniche della fascia marina antistante Gioia Tauro, per qualità e per quantità, sono indice di una situazione oligotrofica. Le loro abbondanze sono relativamente basse e la loro composizione specifica riflette quella tipica di acque costiere non inquinate, nonostante la presenza di apporti terrigeni.

La percentuale maggiore di traffici che vengono svolti all'interno del porto di Gioia Tauro riguarda la movimentazione di container.

#### **6.4. Tipologia del dragaggio, caratterizzazione, quantitativi dragati e destinazione del materiale negli ultimi 10 anni**

Le attività di dragaggio all'interno del porto sono state effettuate per manutenzione in modo da mantenere nel canale portuale la profondità di navigazione. Nella seguente tabella sono riportati i mesi, gli anni e i volumi di che sono stati dragati nel canale del porto:

<b>ANNO</b>	<b>MESE</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
2001	agosto	52.000
2002	gennaio	8.500
2003	novembre	298.000
2005	ottobre	40.000
2005	agosto	40.000

In questi 5 anni è stato dragato un volume di sedimento pari a 440.500 m<sup>3</sup> che sono stati accumulati in parte a ridosso del porto, lato mare, ed in parte lungo la banchina sud in attesa di essere caratterizzato.

## **6.5. Conclusioni**

La Scheda di Bacino risulta essere un ottimo strumento attraverso il quale si può disporre di tutte le informazioni riguardanti un porto, in un unico e solo documento. La redazione della scheda ha comportato un lavoro molto elaborato data la quantità delle numerose informazioni e la molteplicità degli uffici dove reperirli.

Durante la stesura della Scheda di Bacino del porto di Gioia Tauro si è potuto constatare che molti dati richiesti dal Manuale non erano disponibili. Per ovviare a tale mancanza sono stati inseriti dati delle zone limitrofe al porto come ad esempio quelli delle correnti prelevati ad Amantea.

L'utilità della Scheda di Bacino non consiste solamente nel fatto di avere a disposizione tutte le informazioni riguardanti il porto ma anche nell'avere uno strumento di supporto tecnico e di verifica per le eventuali attività future.

Nel porto di Gioia Tauro dal 2001 ad oggi sono state condotte diverse procedure di dragaggio. Se in passato fosse stata redatta la Scheda di Bacino e costantemente aggiornata, probabilmente oggi, probabilmente oggi, per effettuare questo dragaggio, si sarebbero potute fare un minor numero di operazioni che avrebbero comportato sia un risparmio di tempo sia di denaro.

## 7. CONCLUSIONI

Non essendo regolamentata da nessuna norma specifica in materia le linee guida dettate dal *Manuale per la movimentazioni di sedimenti marini* risultano essere un valido strumento da utilizzare nel condurre le attività di dragaggio.

L'applicazione pratica del Manuale effettuata dall'ARPA Calabria nel porto di Gioia Tauro ha permesso di valutare da un punto di vista pratico oltre che teorico le sua funzionalità.

Nel presente studio si è potuto osservare che le linee guida sono un ottimo strumento da utilizzare ed in alcuni casi da adattare alle attività di dragaggio.

L'ARPA Calabria ha cercato di seguire al meglio le linee guida dettate dal Manuale adattandole in alcuni casi alle specifiche del porto. Il piano di campionamento effettuato dall'ARPA Calabria è stato adattato alle dimensioni del porto

## **BIBLIOGRAFIA**

**ICRAM 2002** Aspetti tecnico-scientifici per la salvaguardia ambientale nelle attività di movimentazione dei fondali marini: Dragaggi Portuali.

**ICRAM 2006** Aspetti ambientali del dragaggio di sabbie relitte ai fini di rinascimento: proposta di un protocollo di monitoraggio.

**APAT – ICRAM 2002** Manuale per la movimentazione di sedimenti marini.

**P.I.A.N.C – AIPCN** Bulletin n° 115 (2004) Stratégie des ports européens en matière de dragage maritime. Perspectives d'évolution des pratiques en France, p. 79-94.

**Environment Australia 2002** National Ocean Disposal Guidelines for Dredged Material Commonwealth of Australia.

**Ifremer 1999** Dragages et environnement marin. État des connaissances.

**Carmen Casado Martinez 2006** (Tesis Doctoral) Caracterización de material de dragado optimizando un método integrado de evaluación de la calidad ambiental.

**EPA 1998** Evaluation of Dredged Material Proposed For Discharge in Waters of the U.S. – Testing Manual. Inland Testing Manual