

LA GEOLOGIA NEL MONDO DEL LAVORO: SEMINARI DI ORIENTAMENTO DRAGAGGI PER RIPASCIMENTO IL RUOLO DEL GEOLOGO NEGLI STUDI AMBIENTALI



Daniela Paganelli

Centro Nazionale per la caratterizzazione ambientale e la protezione della fascia costiera,
la climatologia marina e l'oceanoografia operativa

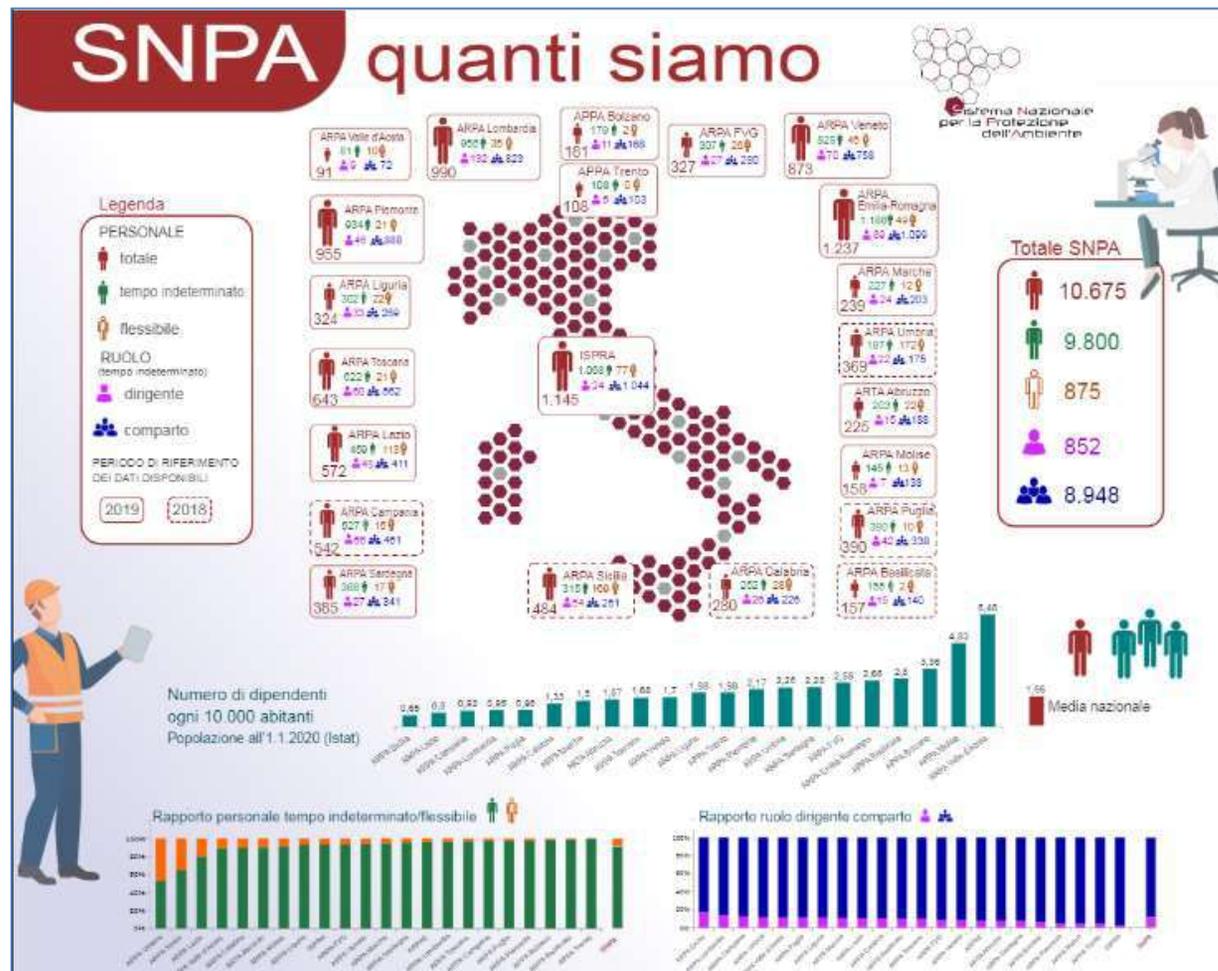
ISPRA
daniela.paganelli@isprambiente.it

Roma, 7 maggio 2021

L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, ISPRA, è stato istituito con la legge 133/2008 di conversione, con modificazioni, del Decreto Legge 25 giugno 2008, n. 112.

L'ISPRA un **ente pubblico di ricerca, sottoposto alla vigilanza del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare.**

Il Ministro si avvale dell'Istituto nell'esercizio delle proprie attribuzioni, impartendo le direttive generali per il perseguimento dei compiti istituzionali.



ISPRA e SNPA



Il problema: l'erosione costiera e gli interventi per «combatterla»

Dragaggio di sabbie relitte. Caratteristiche e definizioni, quadro normativo, aspetti ambientali, aspetti gestionali

Dragaggio di sedimenti litoranei. Definizioni, aspetti ambientali, aspetti gestionali

Le altre fonti di sedimento: casi reali e casi teorici

Il ripascimento



Il problema: l'erosione costiera e gli interventi per «combatterla»

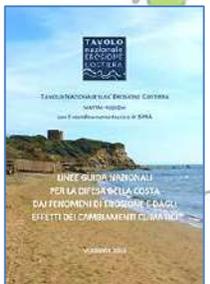
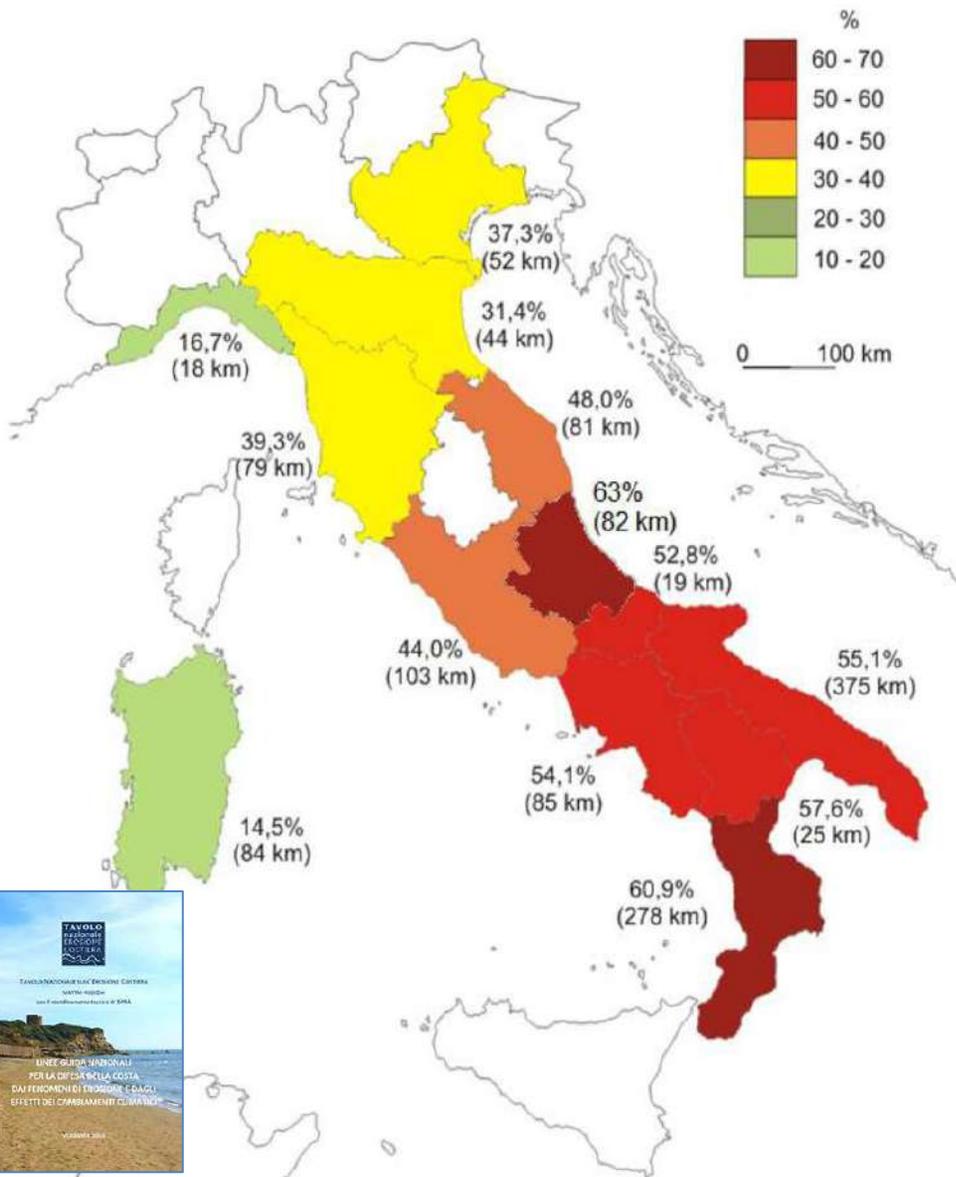
Dragaggio di sabbie relitte. Caratteristiche e definizioni, quadro normativo, aspetti ambientali, aspetti gestionali

Dragaggio di sedimenti litoranei. Definizioni, aspetti ambientali, aspetti gestionali

Le altre fonti di sedimento: casi reali e casi teorici

Il ripascimento

L'EROSIONE COSTIERA IN ITALIA



Da MATTM-Regioni, 2018

La difesa dall'erosione con interventi tradizionali ...

Barriere parallele distaccate



Difese attive



Pennelli

Barriere parallele aderenti



Difese passive

e interventi "soft"



Gestione degli accessi



Ricostruzione delle dune



Ripascimento

RIPASCIMENTO - Alimentazione di una spiaggia (in erosione) mediante materiale idoneo di provenienza marina o terrestre

I vantaggi «ambientali» del ripascimento

... beach nourishment is generally considered as an environmental friendly option for coastal protection and beach restoration (Speybroeck et al, 2006)

... soprattutto in un ambiente ricco di habitat e/o specie protette come nel caso delle coste italiane e mediterranee

BEACH NOURISHMENT				T - Temporary P - Permanent	
MACROCATEGORIES	MAIN POTENTIAL IMPACTS (T/P)	POTENTIAL STRESS	PHYSIOGRAPHIC CATEGORIES	HABITAT TYPE and FLORA SPECIES HABITAT-RELATED	FAUNA CATEGORIES
MARINE HABITATS (M)	Changes in the substrate (sediment dumping on the sea bottom, variations in the sediment's grain size and geotechnical characteristics, variations in geometry and morphology of the bottom) (T)	Habitat loss and/or variations, with effects on the flora and fauna (example: species changes, burial, suffocation)	M1	1110, 1150	RS, ND, AF, JF, LRS
			M2	1160, 1170, 9330	RS, JF, AF
	Turbidity linked to the movement of sediments (T)	Effects on the flora (e.g. a decreased photosynthetic ability) and on the fauna (e.g. a decreased predatory capacity)	M3	1120*	
			M1	1110, 1150	RS, LRS, ND
	Oversedimentation and consequent bottom instability linked to the movement of sediments (T)	Effects on the flora and fauna (e.g. problems in the larval setting phase, burial)	M3	1120*	
			M1	-	AF, JF, RS, RM, ND
	Noise (T)	Effects on the fauna (e.g. disturbances on the fish species, birds, marine reptiles)	M2		
M3					



... gestione sostenibile



Quale risorsa per il ripascimento?

Fabbisogno di sabbia stimato (a medio e a lungo termine) 8,7-9,9
Mm³/a (MATTM-Regioni, 2018)



SABBIE RELITTE



TERRE E ROCCE DA SCAVO



SEDIMENTI ACCUMULATI
LUNGO COSTA
BACINI PORTUALI



CAVE



DEPOSITI DEI
BACINI
IDROGRAFICI



SEDIMENTI FLUVIALI



Il problema: l'erosione costiera e gli interventi per «combatterla»

Dragaggio di sabbie relitte. Caratteristiche e definizioni, quadro normativo, aspetti ambientali, aspetti gestionali

Dragaggio di sedimenti litoranei. Definizioni, aspetti ambientali, aspetti gestionali

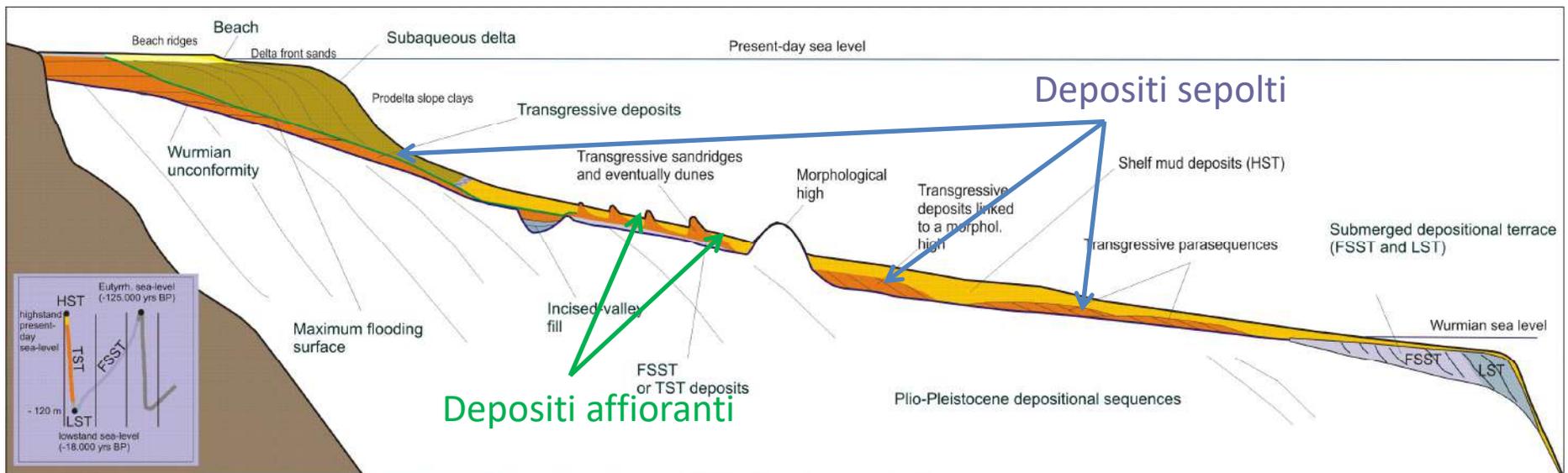
Le altre fonti di sedimento: casi reali e casi teorici

Il ripascimento

Dragaggio di sabbie relitte. Caratteristiche e definizioni

I depositi di sabbie relitte: cosa sono

- Depositi sabbiosi presenti lungo la piattaforma continentale, non in equilibrio con l'attuale dinamica sedimentaria
- Possono essere affioranti sul fondo del mare o ricoperti da sedimenti pelitici
- Ai fini dello sfruttamento si opera fino a 100-120 m di profondità, e in presenza di una copertura pelitica dello spessore massimo di 2m

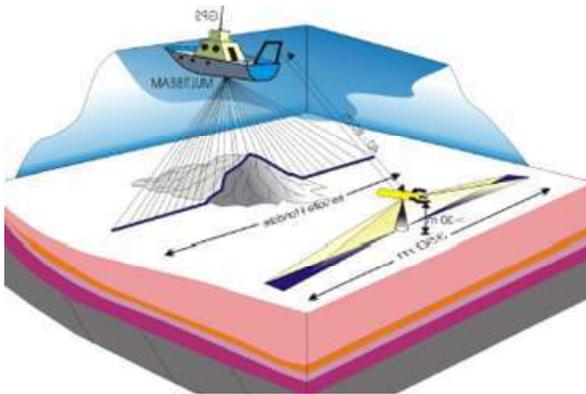


Modificato da Martorelli et al. (2014)

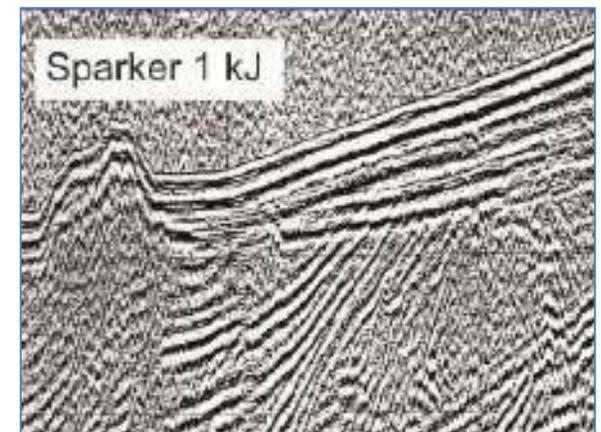
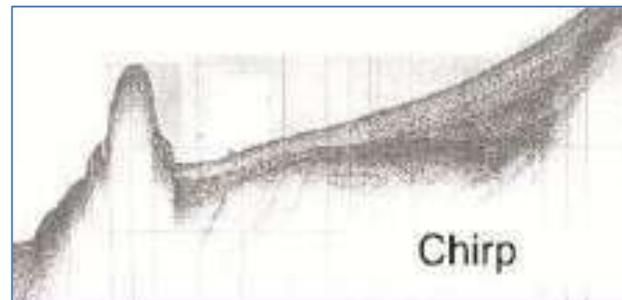
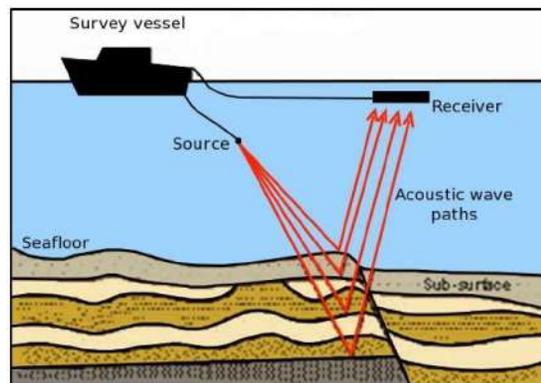
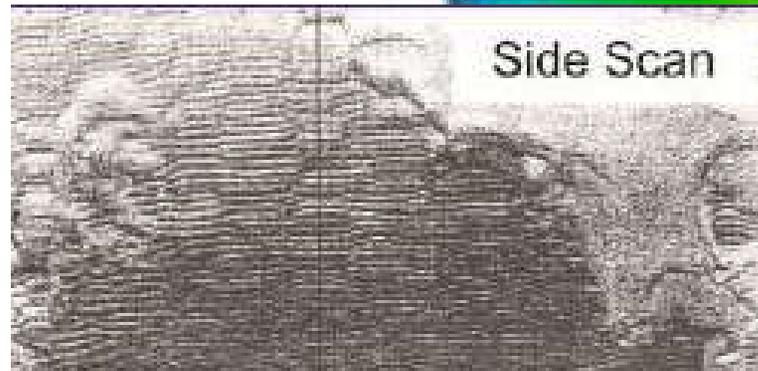
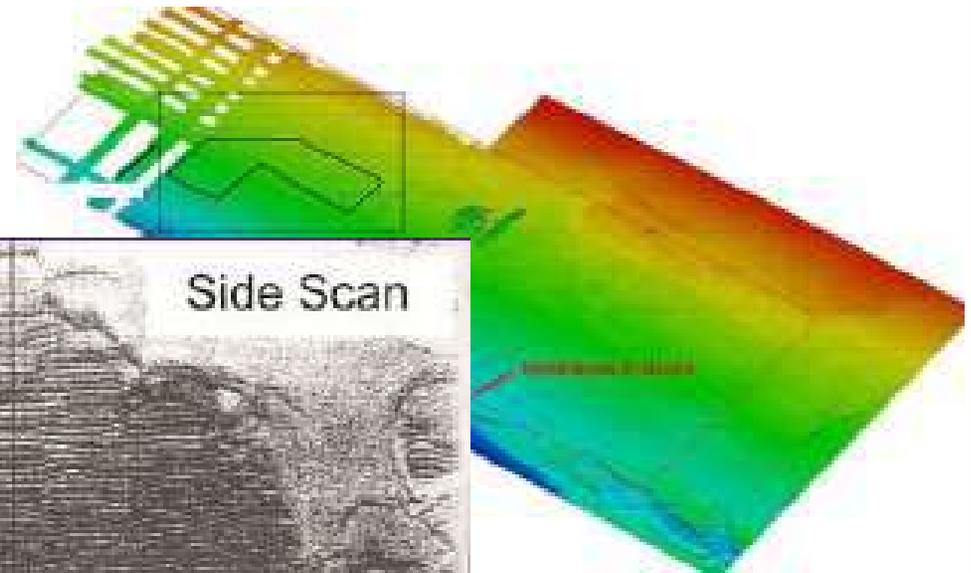
- ✓ Risorse strategiche non rinnovabili
- ✓ Basso rischio di contaminazione
- ✓ No effetti sulla dinamica costiera
- ✓ «Economico» per grandi volumi di sabbia

Dragaggio di sabbie relitte. Caratteristiche e definizioni

Le indagini geofisiche



Stratigrafia del sottofondo marino



Morfologia, batimetria e natura del fondo

Dragaggio di sabbie relitte. Caratteristiche e definizioni

Le indagini geologiche per la caratterizzazione dei depositi

Prospezioni dirette: stratigrafia del sottosuolo, caratteri tessiturali e mineralogici

Campionamenti diretti

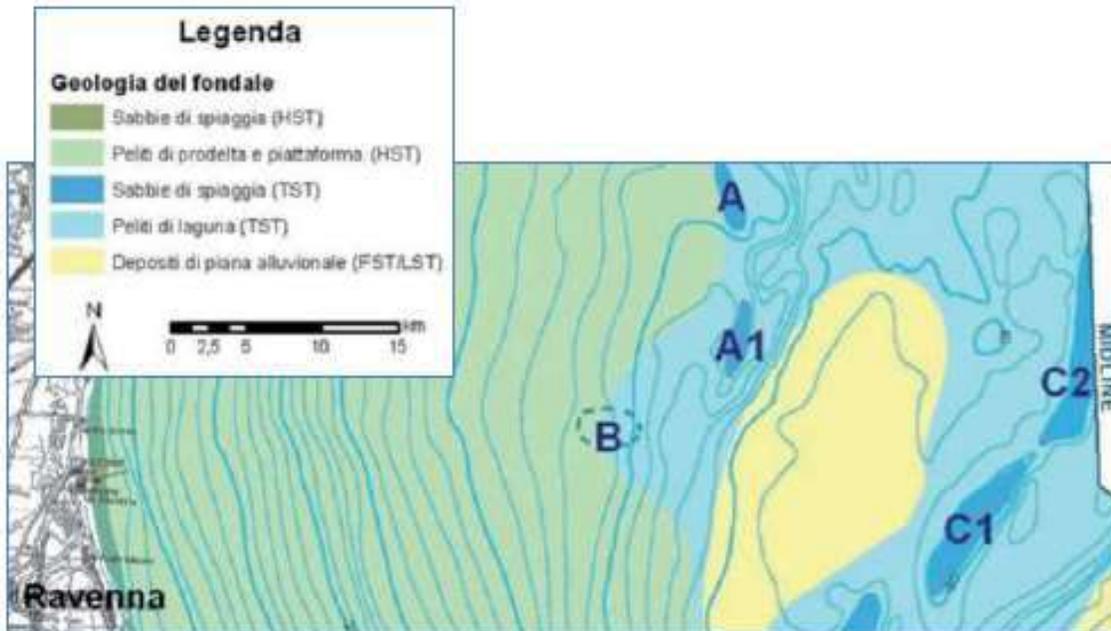
Vibrocarotaggi: taratura *facies* sismiche e calcolo dei volumi effettivi del deposito sabbioso e della copertura pelitica

Copertura pelitica: limiti operativi per lo sfruttamento



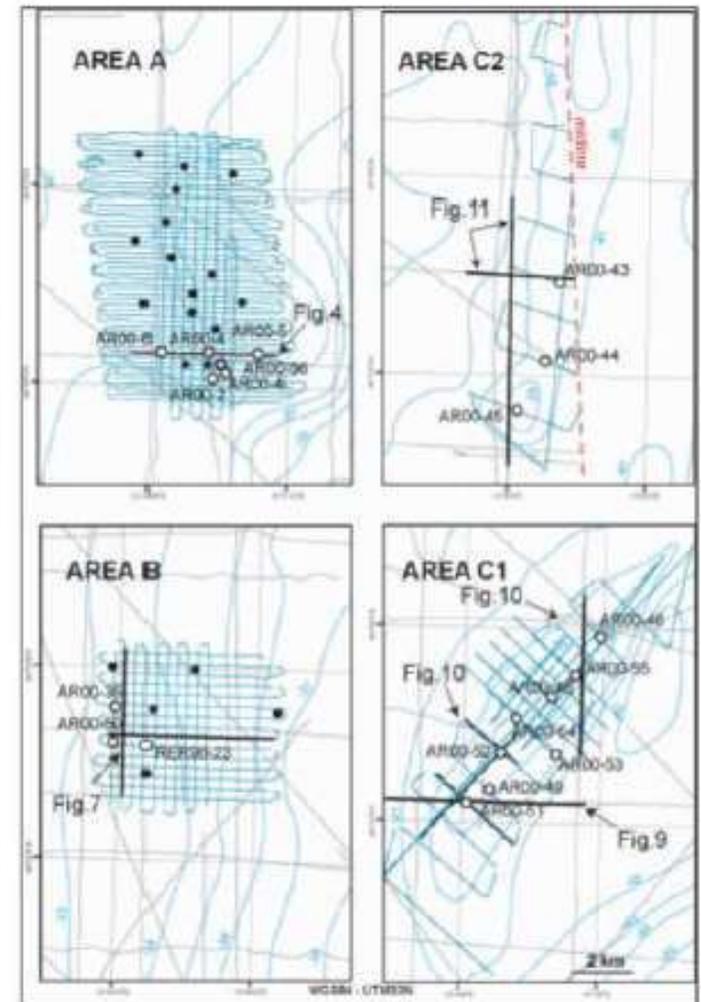
Dragaggio di sabbie relitte. Caratteristiche e definizioni

I depositi di sabbie relitte: le indagini geologiche. Il caso dei depositi al largo delle coste emiliano-romagnole



Area A: 360 km di profili sismoacustici Chirp Sonar, su una superficie di 50 km² e 17 vibrocarotaggi

Aree C1 e C2: 110 km di profili su una superficie di 131 km², 12 vibrocarotaggi

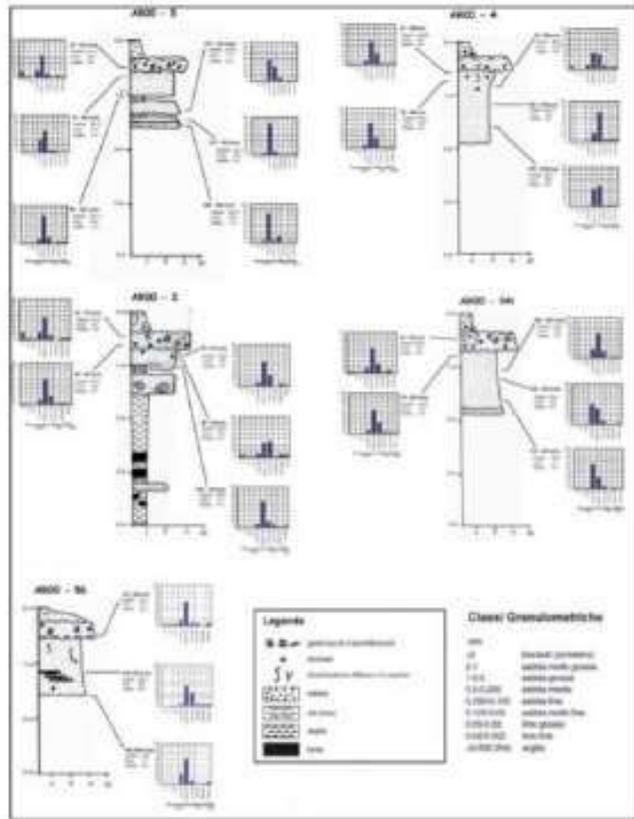


Da Correggiari et al. (2012)

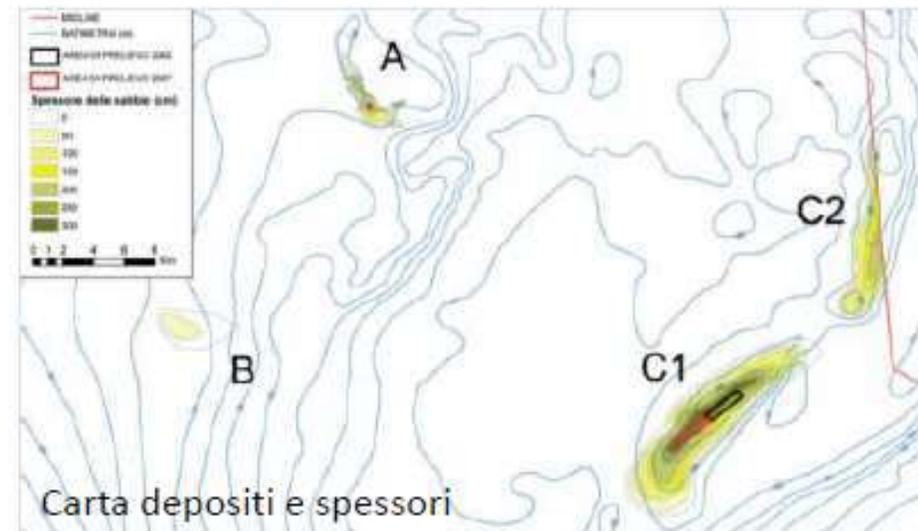
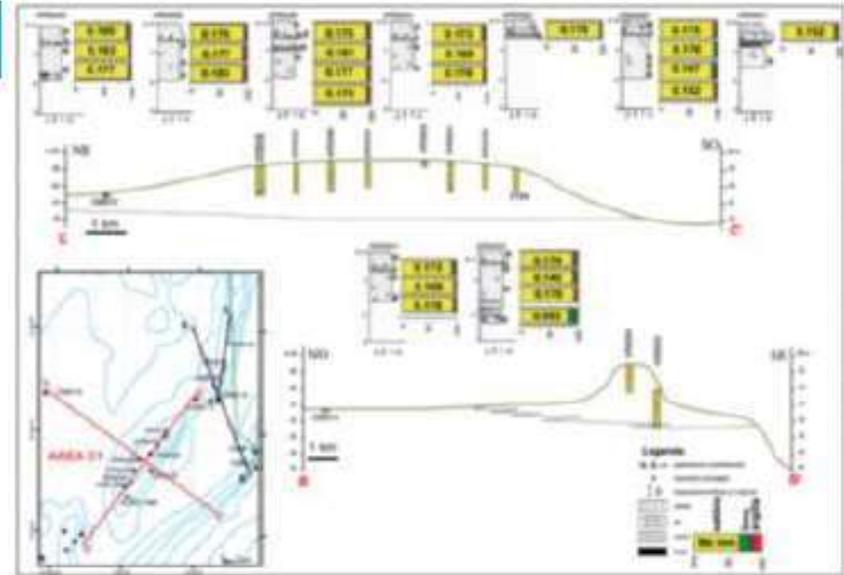
Dragaggio di sabbie relitte. Caratteristiche e definizioni

I depositi di sabbie relitte: le indagini geologiche

Area A



Area C1 e C2

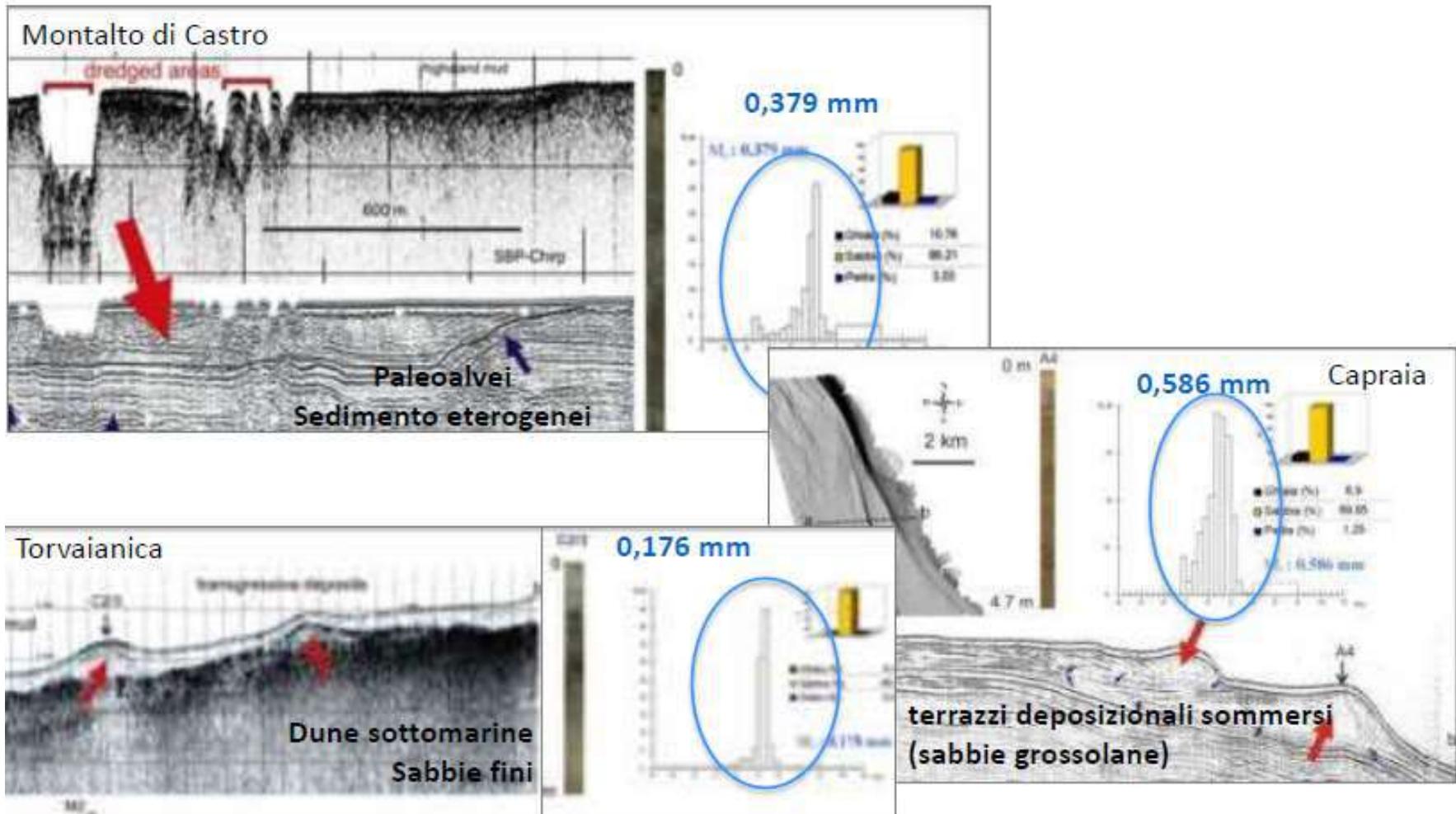


Da Correggiari et al. (2012)

Dragaggio di sabbie relitte. Caratteristiche e definizioni

Le sabbie relitte sulla piattaforma continentale toscano-laziale

L'origine del deposito influenza il tipo di sedimento (più o meno grossolano) e l'eterogeneità del deposito, quindi la sostenibilità economica dello sfruttamento



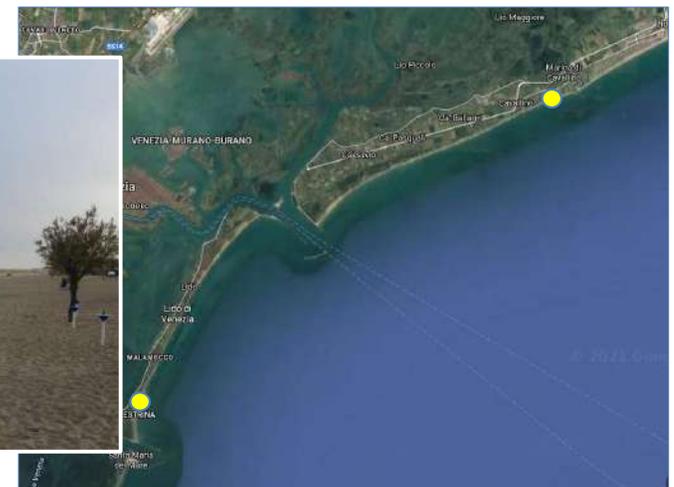
Dragaggio di sabbie relitte. Caratteristiche e definizioni

Gli inizi

The first nourishment activities carried out through marine sands – the nourishment of Coney Island (NY) beach - took place in **1922-1923** (Domurat, 1987; Dornhelm, 1995).



In Italy, the first activities are related to the beach nourishment in the Cavallino and Pellestrina (Venice) beaches (**1992-1993**) (Cecconi and Ardone, 1999).



Dragaggio di sabbie relitte. Caratteristiche e definizioni

Le sabbie relitte sulla piattaforma continentale italiana

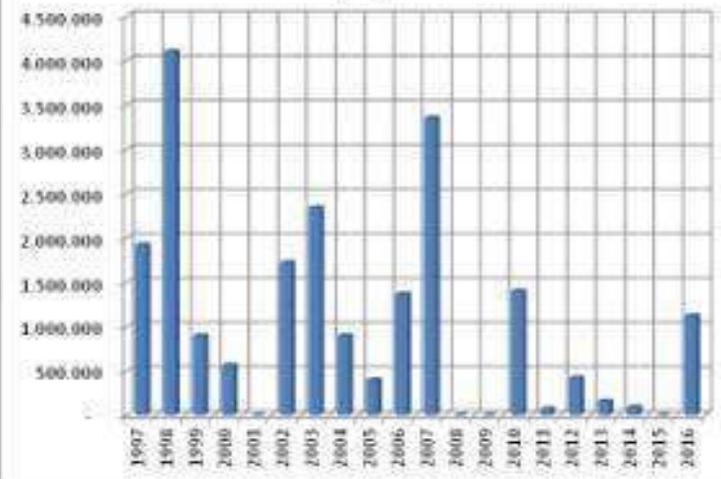


IL CONFRONTO

In ITALIA, dal 1997 al 2016: 19.949.475 m³

Sand engine (Paesi Bassi) ca. 20 .000.000 m³ (sufficienti per ca. 20 anni)

Dragaggi da Cave Marine per ripascimenti in Italia
1997-2016 (m³)



Cava	Anno	Volumi (m ³)
Anzio-AN	1999	950,000
Anzio-AZ	2003	2,139,265
Montalto di Castro-A2	2004	600,000
	2005	460,000
Torvaianica-C2	2006	779,800
Anzio-AS	2007	2,554,500
	2008-2011	
	2013-2015	

Come è regolato il dragaggio di sabbie relitte in Italia

Il dragaggio di sabbie relitte ai fini di ripascimento non è attualmente normato

Esiste un **protocollo di monitoraggio ambientale**, messo a punto da ISPRA (Nicoletti et al., 2006; 2018), **adottato da alcune regioni costiere** (Veneto con DGR n.1019/2010 e Lazio con Determinazione n. A07042/2012) e riportato all'interno delle **Linee Guida del TNEC**

Alcune Regioni lo considerano **parte integrante** del processo di **ripascimento** e come tale **sottoposto alla procedura di assoggettabilità a VIA regionale**

Condiviso all'interno di progetti europei è stato applicato anche in contesti diversi da quello italiano (es. Department de l'Herault, Francia)

Alcune Regioni stanno **valutando** di considerarlo in modo analogo alle **cave a terra** ($V > 500.000 \text{ m}^3$), e inserirlo tra opere/attività da **sottoporre alla procedura di VIA regionale**.

La mancanza di norme dedicate e i depositi relitti individuati da privati

Il deposito al largo di Civitanova Marche

- **Comunicazione al Ministero delle Infrastrutture.**
- Sabbie vendute alla **Regione Abruzzo e alla Regione Marche per il ripascimento di litorali in erosione.**
- Sono stati **condotti** specifici **studi di impatto ambientale**

Il deposito al largo delle coste siciliane nord-occidentale km²

- Le sabbie da dragare sono **destinate all'edilizia** (ca. 600.000 m³ di sabbia per i lavori di colmata a mare per la realizzazione di un "eco-quartiere" a Monaco, della sup. totale di 6 ettari progettato da Renzo Piano). Primo caso in Italia.
- E' stata avviata una procedura di **VIA regionale**, *che ha «fermato» i lavori.*

L'uso di tali materiali in campo per l'edilizia è in contrasto con quanto riportato nelle Linee Guida del TNEC in cui si dichiarano le sabbie relitte «risorsa strategica» da destinare al ripascimento dei litorali.

Che cosa comporta per il geologo non avere norme cui fare riferimento...

NORME
SPECIFICHE

ESPERIENZE
CONSOLIDATE

NESSUNA
INDICAZIONE

Adeguate piano di
campionamento

Indagini sperimentali

Risultati

Elaborazione

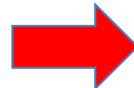


Report tecnico

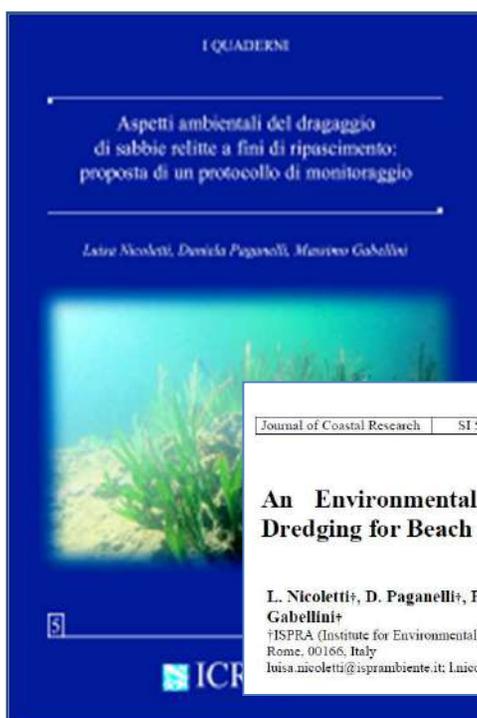
Pubblicazioni scientifiche



Opzioni di gestione (dragaggio sostenibile)
Scelte progettuali specifiche



- ✓ Esperienze dirette condotte dal 1999 sui dragaggi per ripascimento lungo il margine tirrenico laziale (Anzio, Montalto, Torvaianica) e adriatico (Ravenna)
- ✓ Confronto con realtà extra-europee



Il protocollo di monitoraggio ambientale



Journal of Coastal Research	SI 56	1262 – 1266	ICS2009 (Proceedings)	Portugal	ISSN 0749-0258
-----------------------------	-------	-------------	-----------------------	----------	----------------

An Environmental Monitoring Proposal Related to Relict Sand Dredging for Beach Nourishment in the Mediterranean Sea

L. Nicoletti[†], D. Paganelli[†], P. La Valle[†], C. Maggi[†], L. Lattanzi[†], B. La Porta[†], M. Targusi and M. Gabellini[†]
[†]ISPRA (Institute for Environmental Protection and Research)
 Rome, 00166, Italy
 luisa.nicoletti@isprambiente.it; luisa.nicoletti@icram.org



172 / 2018

Regione Veneto (DGR n.1019 del 23 marzo 2010)
 Regione Lazio (Determinazione n. A07042 del 10 luglio 2012)
 Linee Guida TNEC (MATTM-Regioni, 2018)

Il protocollo di monitoraggio ambientale

DRAGAGGIO PRODUCE EFFETTI SU:

1. Morfologia e Batimetria
2. Sedimento
3. Colonna d'acqua
4. Biota: habitat e specie sensibili



RIPASCIMENTO PRODUCE EFFETTI SU:



1. Colonna d'acqua
2. Biota: habitat e specie sensibili

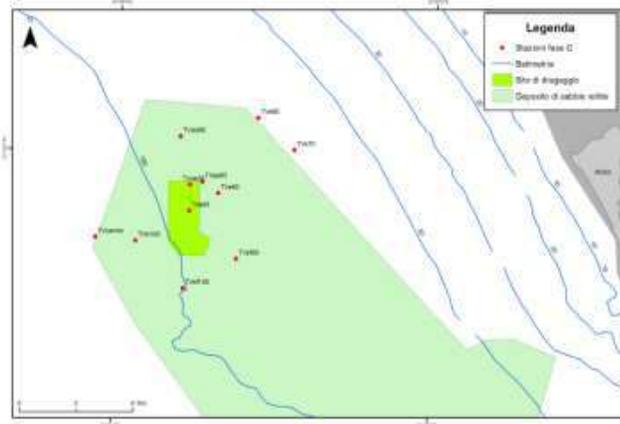


Dragaggio di sabbie relitte. Gli aspetti ambientali

Il protocollo di monitoraggio ambientale: le fasi e i parametri

Caratterizzazione

Prima



Deposito

Sito di dragaggio

Campionamento

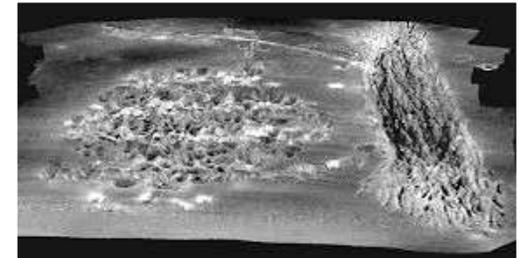
Sito di dragaggio

Monitoraggio

Durante



Dopo



PARAMETRI

Popolamento bentonico

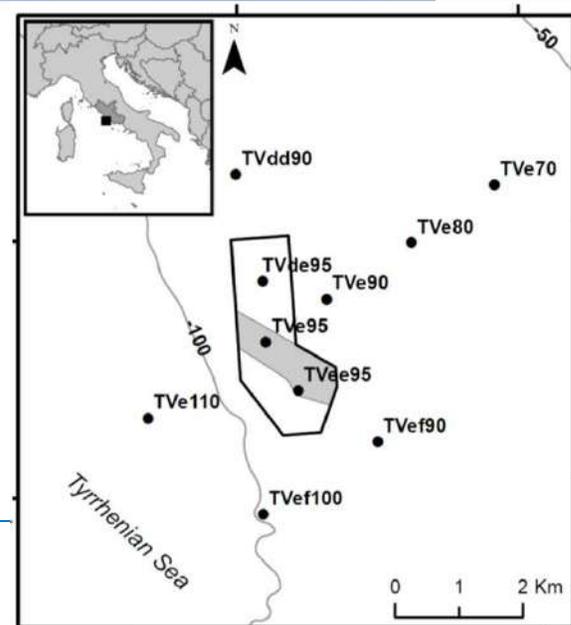
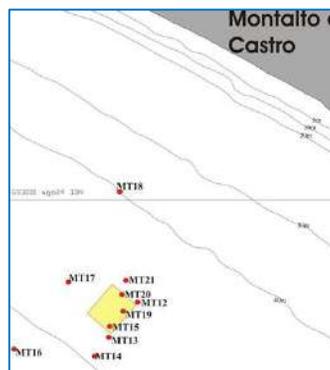
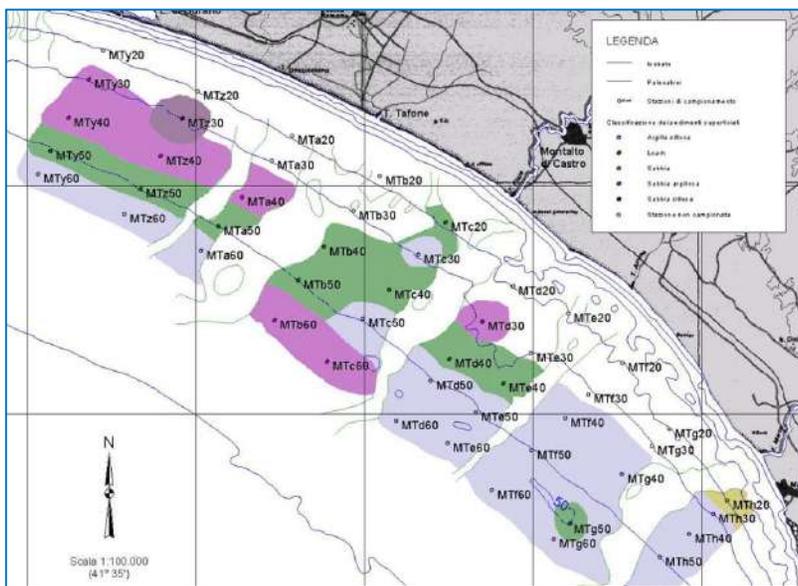
Caratteristiche idrologiche e dinamiche delle masse d'acqua

Morfologia, batimetria e caratteristiche fisico-chimiche dei sedimenti sup.

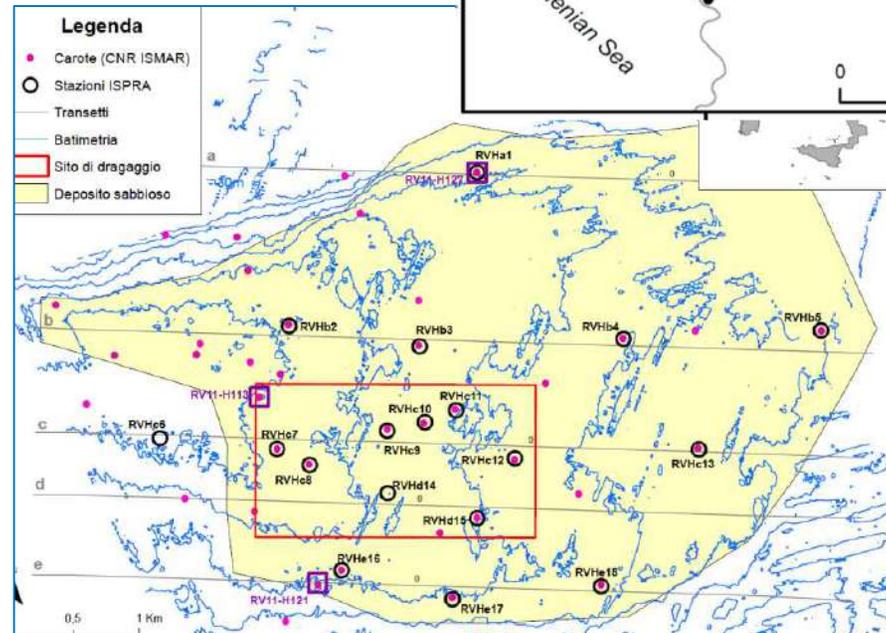
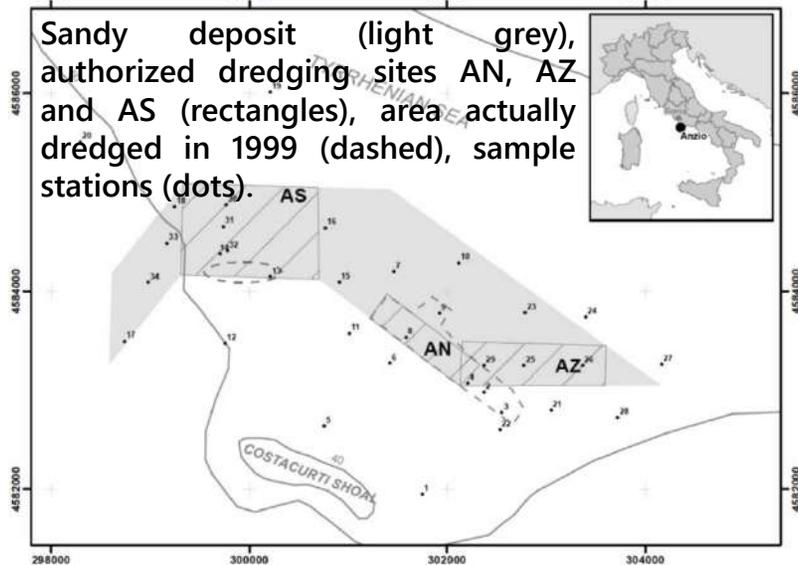
Popolamento ittico demersale

Dragaggio di sabbie relitte. Gli aspetti ambientali

Il protocollo di monitoraggio ambientale: il piano di campionamento



Sandy deposit (light grey), authorized dredging sites AN, AZ and AS (rectangles), area actually dredged in 1999 (dashed), sample stations (dots).



Per caratterizzare il sedimento superficiale dobbiamo sapere che

**Le indagini geologiche
che hanno portato all'individuazione dei depositi**

**DEPOSITI SEPOLTI
in superficie
SEMPRE sedimento fine**

**DEPOSITI AFFIORANTI
in superficie
Sabbia oppure sedimento fine**

**Ma le indagini dirette (carotaggi)
non "leggono" i primi 15 cm**



**I dati forniti dalle indagini
geologiche possono non essere
sufficienti**

**Deve essere condotto un
campionamento mirato, con
strumenti adeguati (box-corer o
benna Shipek)**



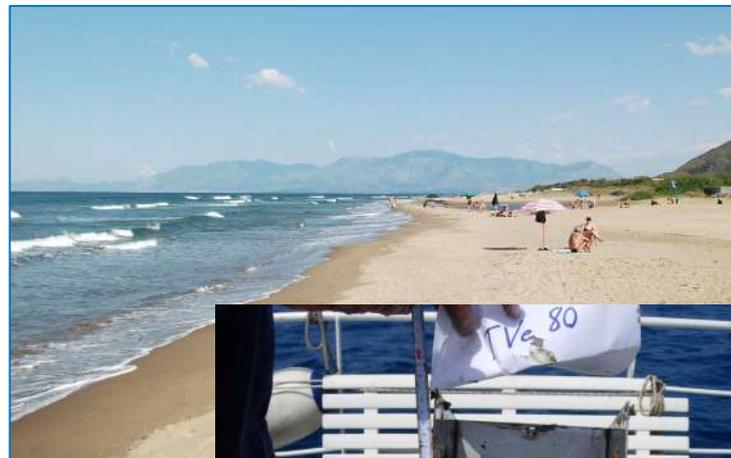
La caratterizzazione del sedimento, superficiale e profondo

si procede al dragaggio solo se è dimostrata l'assenza di contaminazione (deposito sabbioso ed eventuale copertura pelitica)

Bisogna dimostrare la "buona qualità per:

Sabbia da destinare al ripascimento (sedimento interno al deposito)

Sedimento che viene movimentato (sedimento superficiale)



QUALITA'

BIOTA

SEDIMENTO

Contaminazione

Recupero

Plume di torbida



**Caratterizzazione
del sedimento**

Chimica

*metalli ed elementi in traccia
microinquinanti organici*

Qualità sedimento
(superficiale e profondo)

Fisica

Sedimento superficiale

NO A FINI PROGETTUALI

Presenza di habitat e/o specie sensibili

**Effetti ambientali
nel sito di prelievo**

**Effetti ambientali
nel sito di sversamento**

Autorizzazione

**Campioni localizzati
all'interno del sito da dragare**

SEDIMENTO SABBIOSO

I sedimenti contaminati non *possono* essere utilizzati per il ripascimento

COPERTURA

I sedimenti contaminati non *possono* essere movimentati per il rischio di introduzione di inquinanti nell'ambiente marino, anche se non saranno utilizzati per il ripascimento

... SI LAVORA IN MANCANZA DI LIMITI SPECIFICI
PER VALUTARE LA QUALITÀ DEI SEDIMENTI DI PIATTAFORMA

Unico riferimento disponibile:
standard di qualità per i sedimenti marino-costieri

Il superamento degli standard di qualità è ammesso solo quando sia dimostrato che il superamento è dovuto a cause naturali (province geochimiche)

Per metalli ed elementi in traccia il solo tenore totale non è sufficiente per la valutazione, ma è necessario effettuare estrazioni sequenziali (*giudizio esperto*)

Le estrazioni sequenziali permettono di valutare la mobilità di metalli ed elementi in traccia nelle diverse frazioni del sedimento

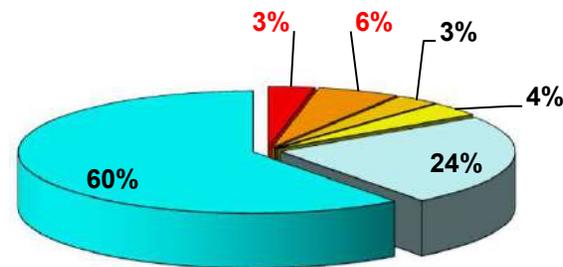
Il sedimento viene «attaccato» con solventi a potere estraente crescente.

Es. il metodo di Maggi et al., che prevede i seguenti step

- ✓ **Acetato**
- ✓ **Ammonia**
- ✓ **Acido cloridrico**
- ✓ **Soda**
- ✓ **Acido citrico**

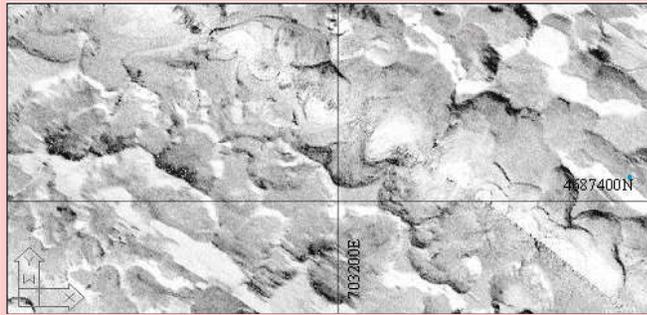
Residuo insolubile

Mercurio (abbondanze totali)
0,4990 mg/kg vs 0,3 mg/kg



Il risultato è un risultato operativo, i cui risultati sono condizionati in modo significativo dalla procedura adottata.

Cambiando la procedura non è possibile fare confronti (giudizio esperto)



Morfologia e batimetria del fondo

Area dragata: solchi e depressioni generate dalla testa dragante.

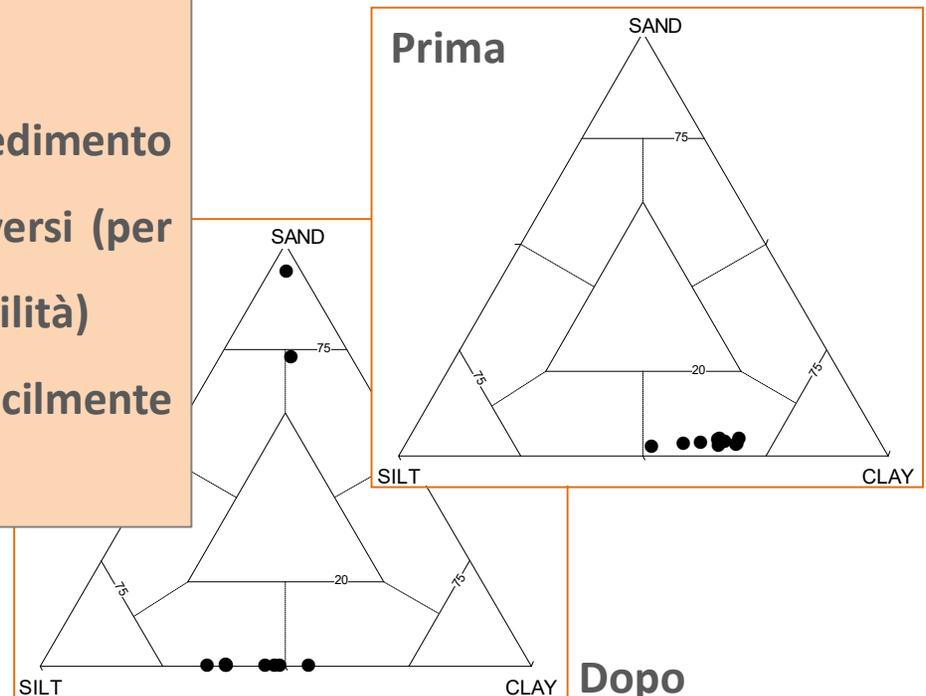
La morfologia post-dragaggio è funzione del tipo di draga (forma delle depressioni) e dell'intensità del dragaggio (approfondimento)

Caratteristiche fisiche

Area dragata: esposizione dei livelli di sedimento sottostante; affioramento di sedimenti diversi (per tessitura e geotecnica, con effetti sulla mobilità)

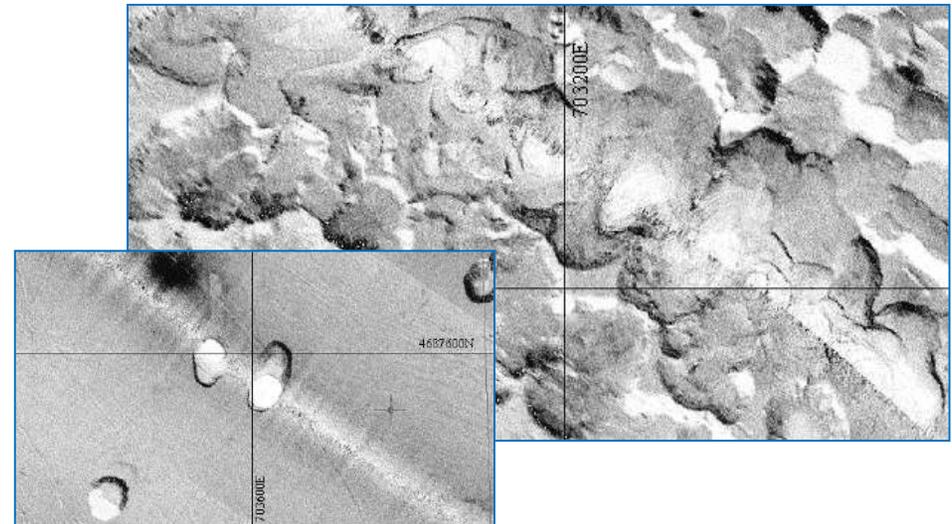
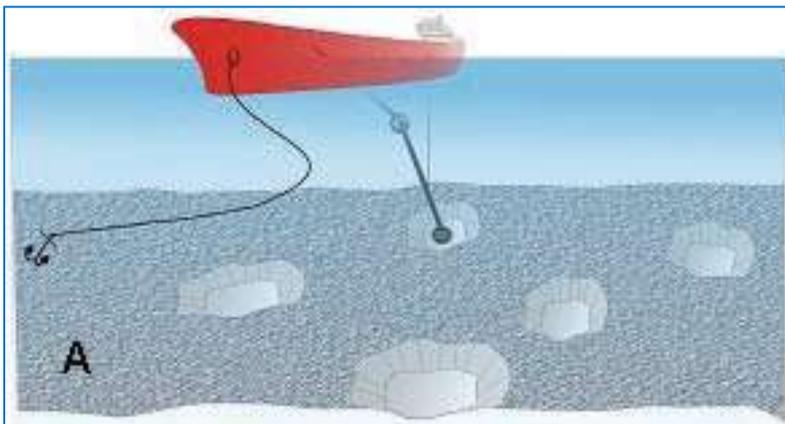
Area esterna: No variazioni evidenti e/o facilmente riconducibili al dragaggio.

Caratteristiche dei sedimenti superficiali

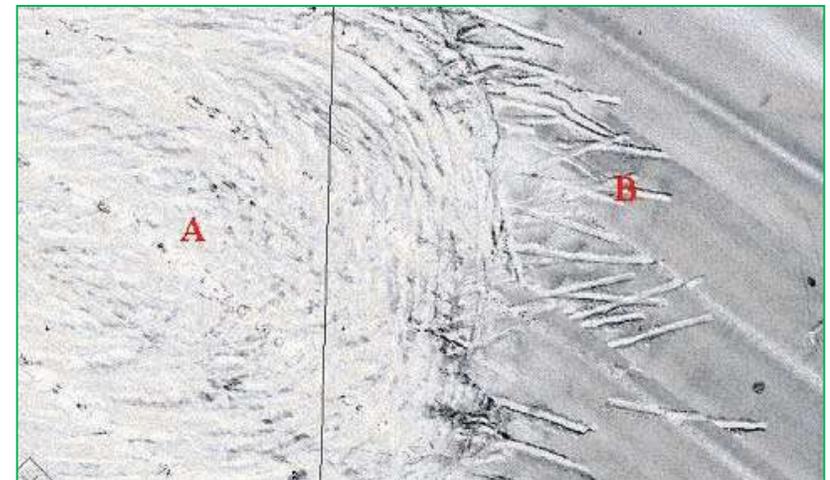
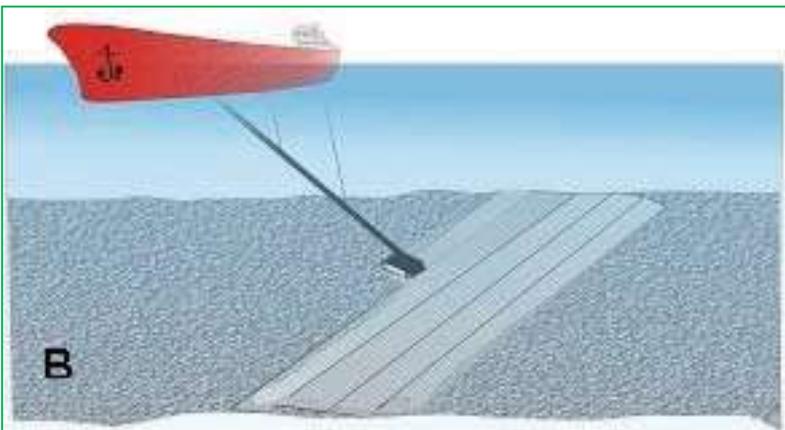


Effetti del dragaggio su morfologia e batimetria: draghe stazionarie e semoventi

Draga stazionaria

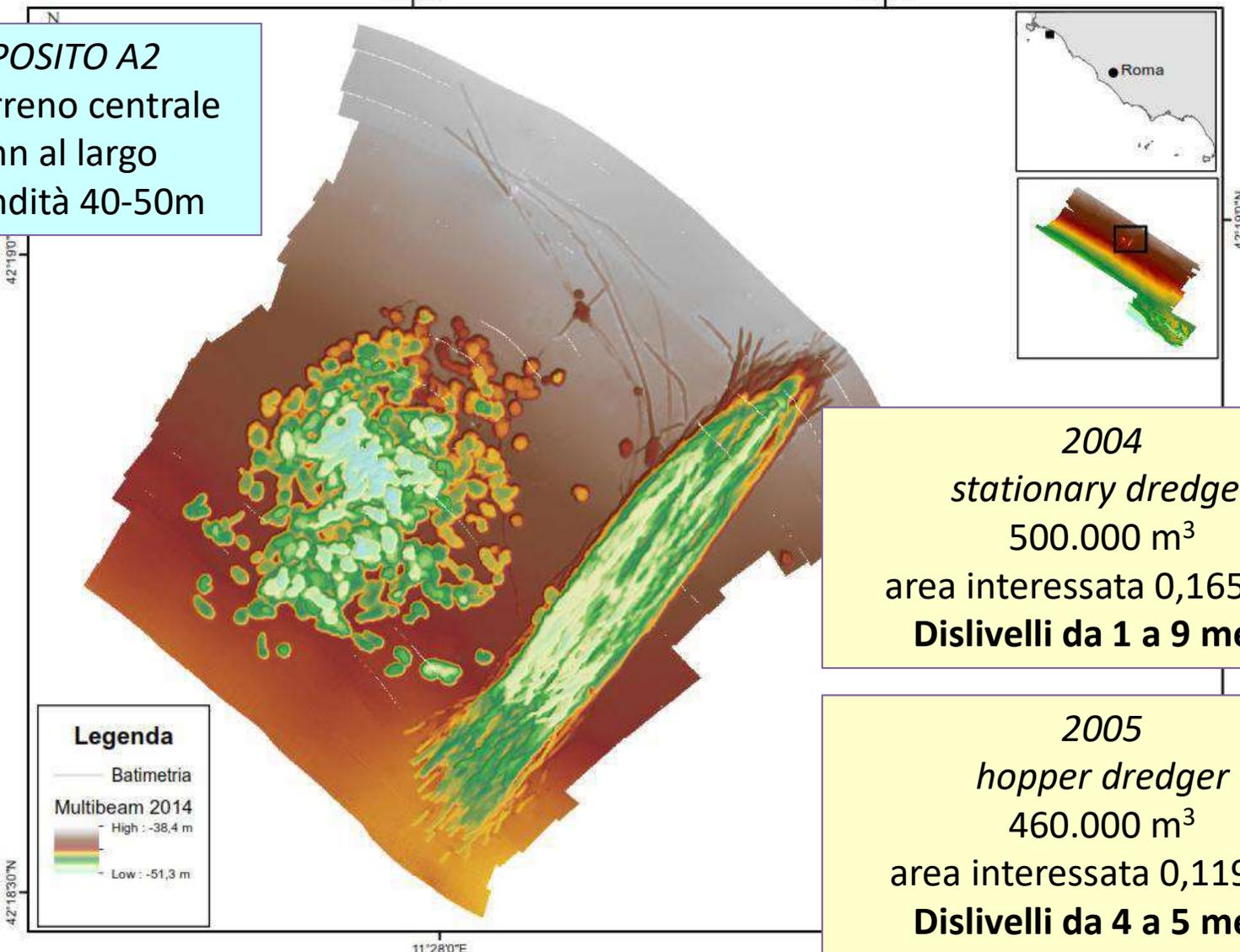


Draga semovente



Effetti del dragaggio su morfologia e batimetria: draghe stazionarie e semoventi

DEPOSITO A2
Mar Tirreno centrale
4 mn al largo
Profondità 40-50m



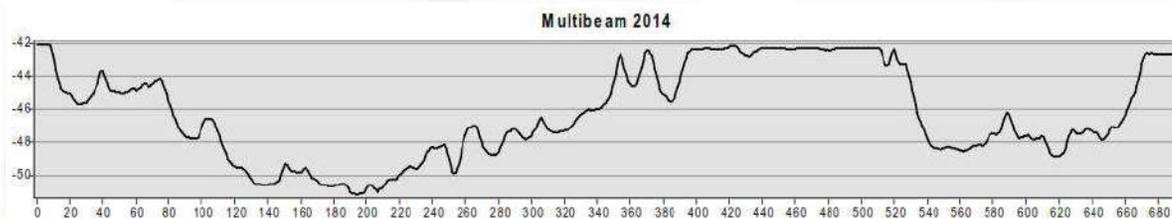
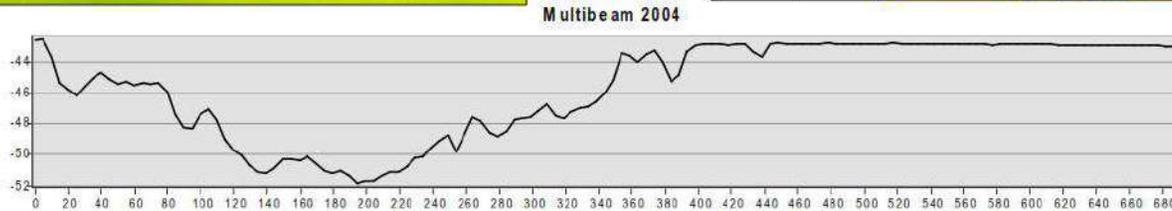
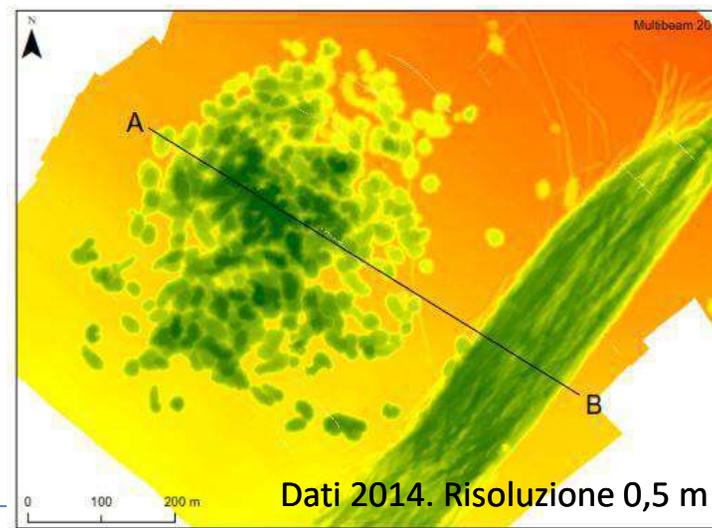
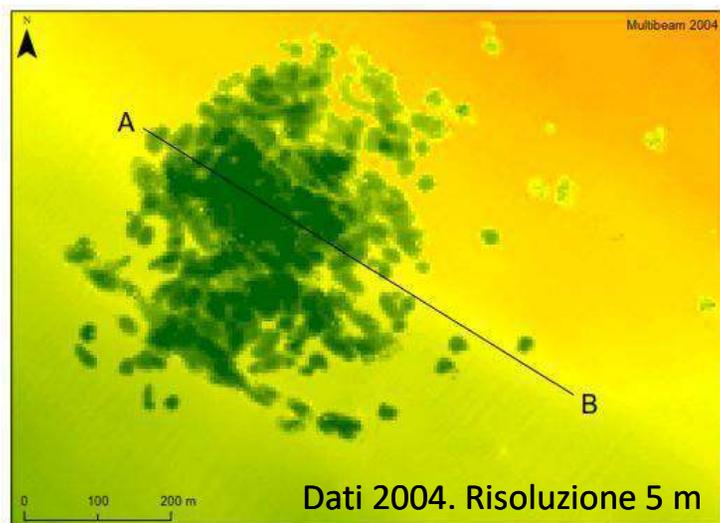
Legenda
— Batimetria
Multibeam 2014
High : -38,4 m
Low : -51,3 m

2004
stationary dredger
500.000 m³
area interessata 0,165 km²
Dislivelli da 1 a 9 metri

2005
hopper dredger
460.000 m³
area interessata 0,119km²
Dislivelli da 4 a 5 metri

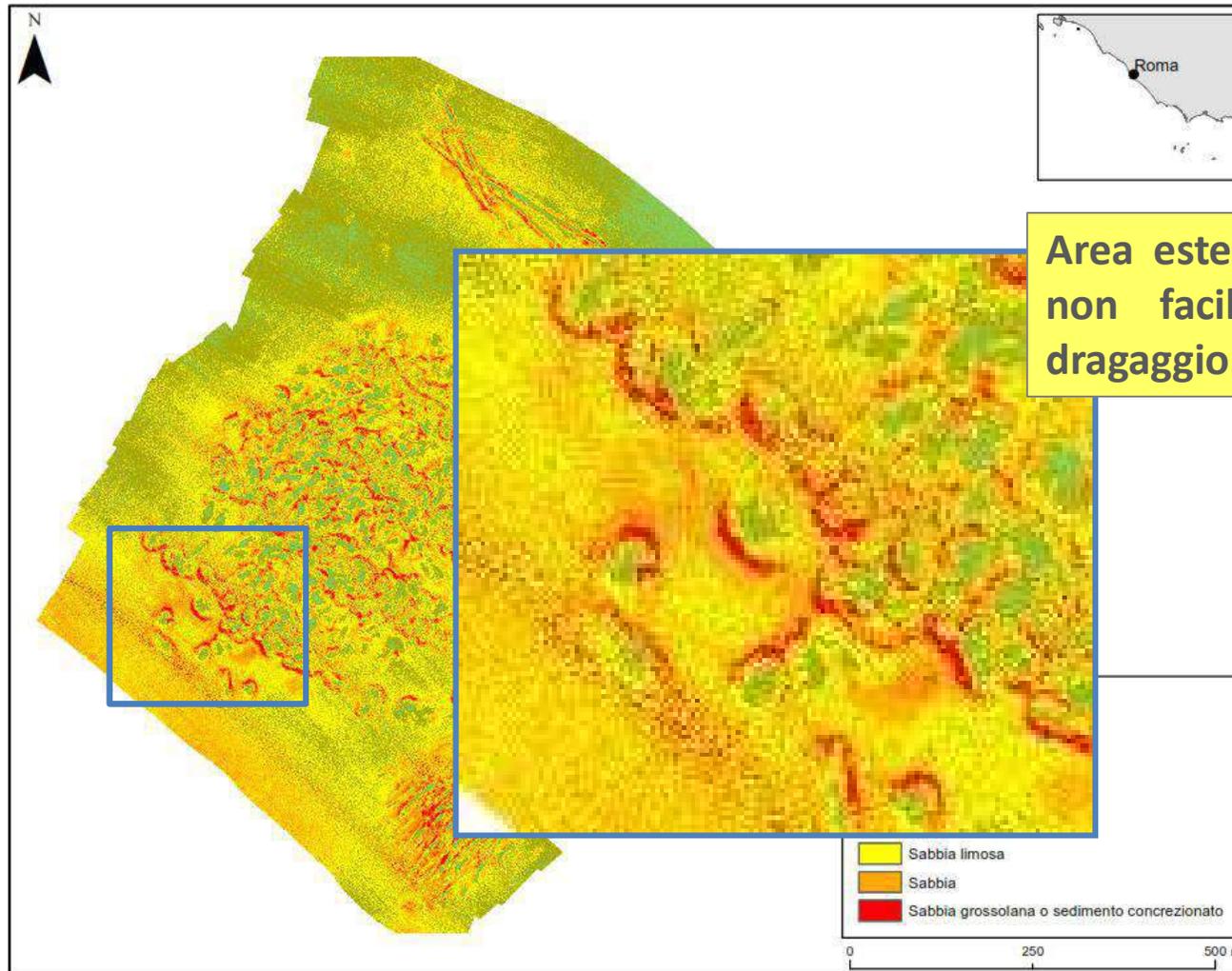
Effetti del dragaggio su morfologia e batimetria: draghe stazionarie e semoventi

Confronto tra i rilievi multibeam del 2004 e del 2015



Effetti del dragaggio sul sedimento superficiale

Area dragata: esposizione dei livelli di sedimento sottostanti



Area esterna: eventuali variazioni non facilmente riconducibili al dragaggio.

Backscatter (db)	Classificazione (Shepard)
db > -19	Sabbia grossolana
-19 -23	Sabbia
-23 -26	Sabbia limosa
-26 -30	Loam
-30 -34	Limo argilloso
db < -34	Argilla

Effetti del dragaggio sulla morfologia e batimetria del fondo

Tirreno

**Dopo 10-15 anni: né crolli delle pareti, né riempimenti
Morfologie immutate nel tempo.**

Depositi al disotto dell'azione massima del moto ondoso

Adriatico centro-settentrionale (a circa 20 m di profondità)

**Dopo 2 anni: franamento delle pareti, correnti di fondo e moto ondoso
Riduzione dei solchi generati dal dragaggio**

Depositi situati su fondali sui quali si avverte l'azione del moto ondoso

Fabi *et al.*, 2004



**Depositi localizzati a profondità elevate
Non sono attese variazioni morfologiche significative**

Variazioni morfologiche indotte dal dragaggio: «effetti» sulla pesca

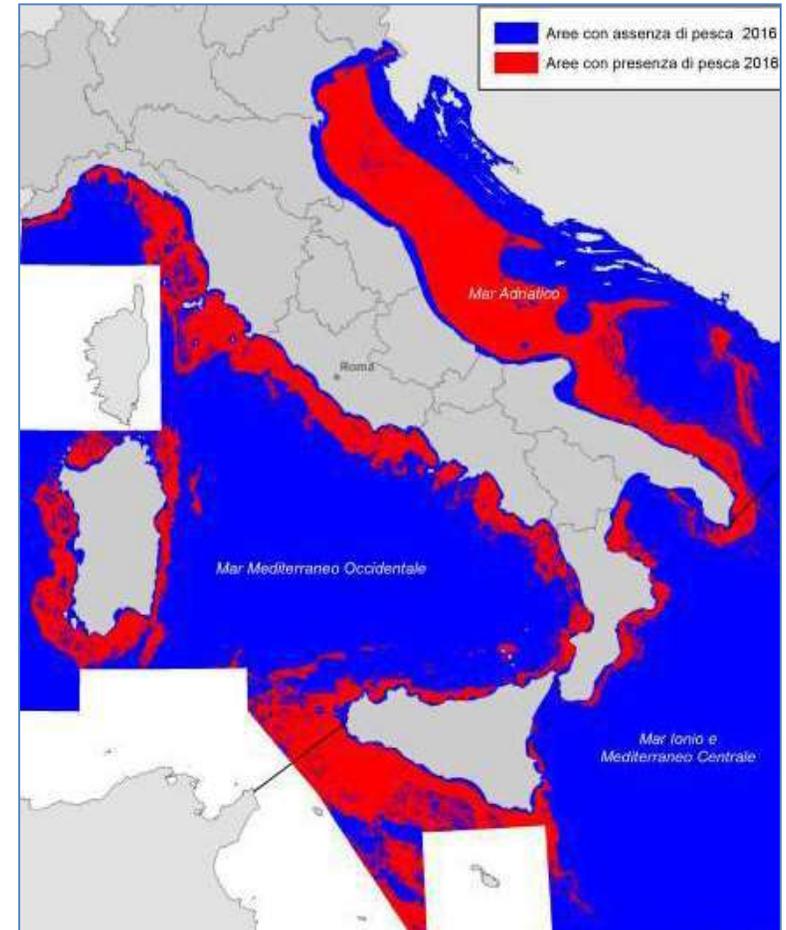


Popolamento ittico demersale: NO EFFETTI

La presenza di morfologie irregolari determinano la rottura delle reti (pesca a strascico)



**«Esclusione» delle aree dragate alla pesca
Siti di dragaggio in Italia: 1-2 km²**



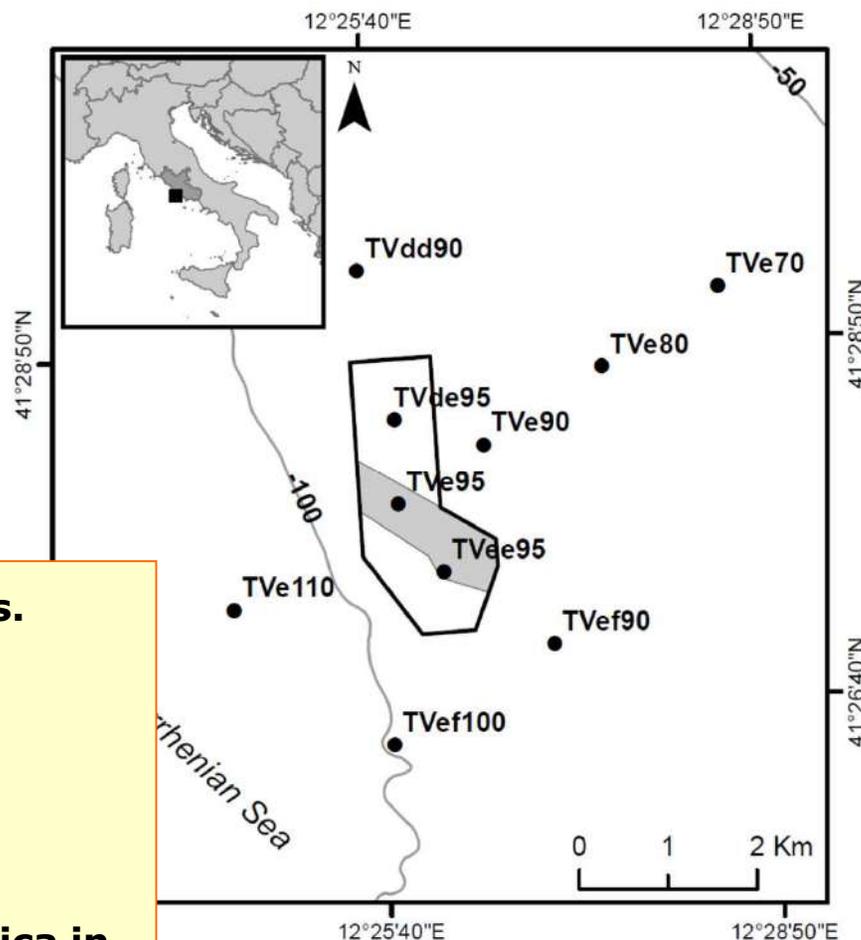
La caratterizzazione dei popolamenti ittici demersali è condotta a soli fini cautelativi

Il dragaggio e il sedimento superficiale: le analisi di laboratorio sulla frazione fine e il recupero della sedimentazione pelitica

Cava al largo di Torvaianica

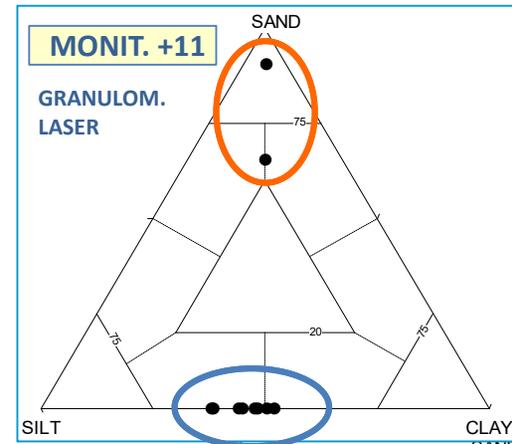
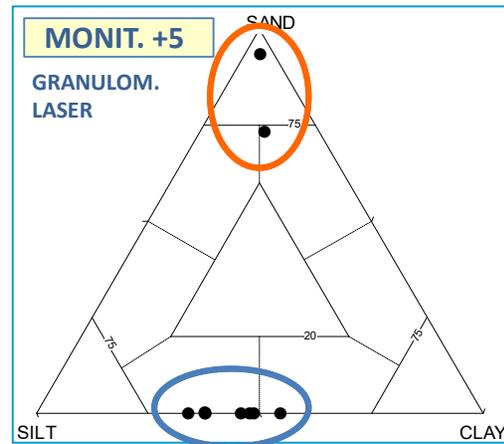
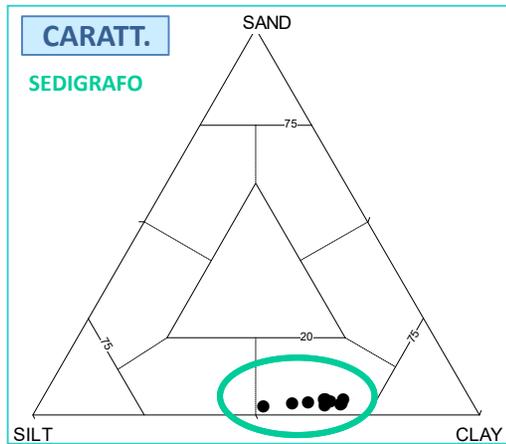
- ✓ Deposito sepolto, copertura pelitica
- ✓ Il dragaggio ha esposto le sabbie sottostanti
- ✓ 1 caratterizzazione, 3 monitoraggi (+5m, +11 m, + 16 m)

- ✓ Caratterizzazione: sedimenti omogenei, class. *argilla siltosa*
- ✓ + 5 mesi: sedimento sabbioso nelle stazioni dragate.
- ✓ + 5 mesi: no variazioni nelle altre stazioni
- ✓ + 11 mesi, +16 mesi: aumento frazione pelitica in tutte le stazioni



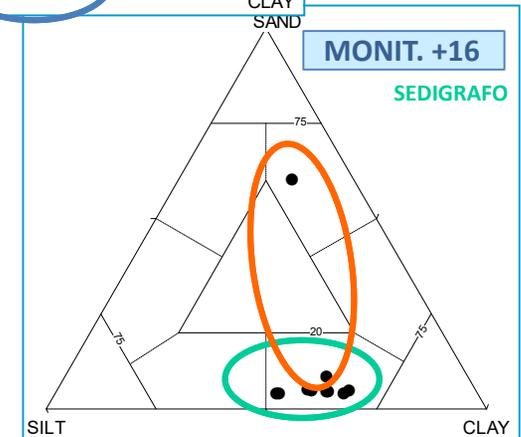
Dragaggio di sabbie relitte. Gli aspetti ambientali

Il dragaggio e il sedimento superficiale: le analisi di laboratorio sulla frazione fine e il recupero della sedimentazione pelitica



Sedigrafo (S):
legge meglio le frazioni granulometriche **estreme ($\phi > 5$, $\phi < 11$)**
Media, mediana e *sorting* presentano valori più elevati

Il granulometro laser (GL):
legge meglio le frazioni granulometriche **comprese tra 5 e 11 ϕ**



+ 5 mesi: variazioni significative solo nelle stazioni dragate

+ 11; +16 mesi: aumento della frazione pelitica nelle stazioni "dragate" Quale ipotesi?

Dragaggio di sabbie relitte. Gli aspetti ambientali

Il ruolo del sedimento superficiale nella formazione della *plume* di torbida

Il dragaggio comporta sempre effetti seppure temporanei sulle caratteristiche chimico-fisiche della colonna d'acqua

Uno degli impatti più significativi



PLUME SUPERFICIALE

Si sposta abbastanza velocemente
interessa aree più estese



PLUME DI FONDO

Generata dall'azione della testa dragante sul fondo; meno estesa della superficiale

*Possibili effetti su
habitata e specie
sensibili*



OVERFLOW



Scarico fuoribordo

effettuato per mantenere fluido il carico e permetterne il successivo pompaggio. Minore è la granulometria del sedimento sversato, maggiore sarà la persistenza della *plume* di torbida e la distanza interessata

Effetti del dragaggio sulla colonna d'acqua

Formazione di una *plume* di torbida

Plume di fondo confinata

Plume superficiale estesa fino a 2 - 5 km



Sabbia e silt grossolano sedimentazione rapida

Silt fine e argilla rimangono in sospensione a lungo (in Tirreno 4 ore, 2 mn)



Perché è importante studiare la dispersione della *plume*?



Coinvolgimento habitat protetti ex direttiva habitat (siti Rete Natura 2000)

Rischio di avvio procedura di infrazione

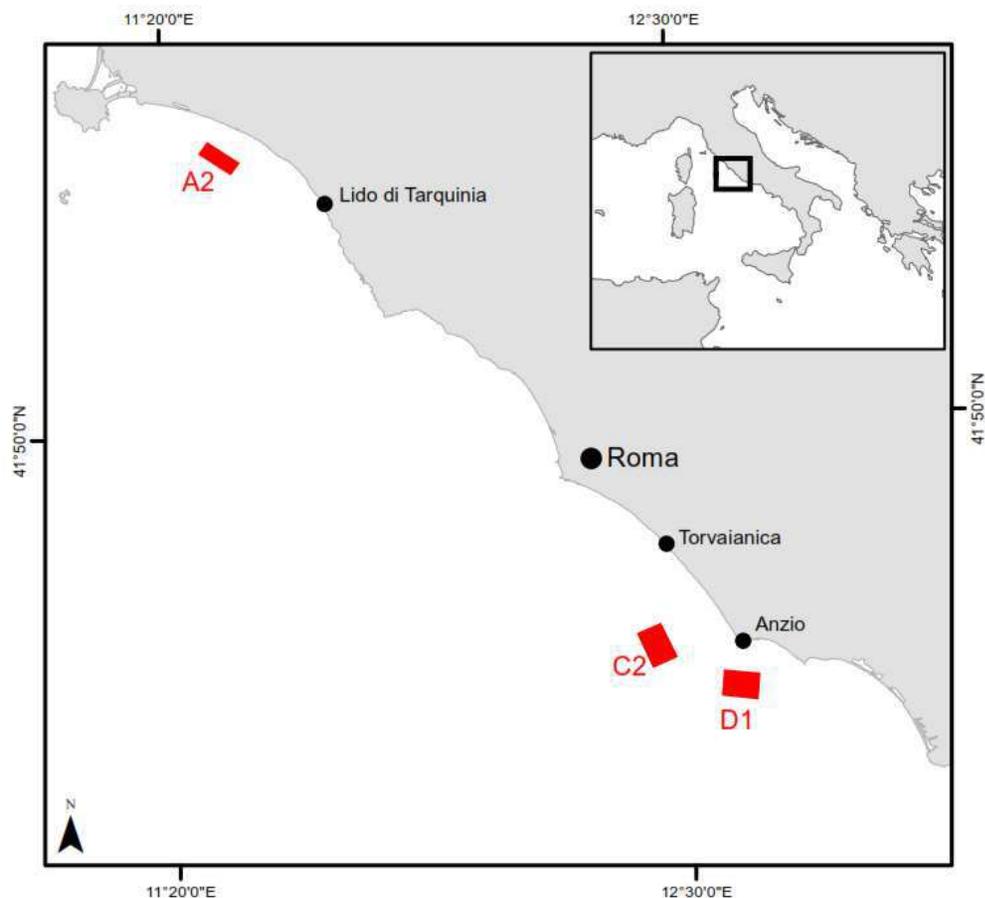


COSA SI FA NELLA PRATICA:

Monitoraggio in corso d'opera della *plume* di torbida

Morfologia e batimetria di fondi dragati: osservazioni ai fini della gestione

Indagini morfo-batimetriche sui depositi della piattaforma continentale laziale dragati 10 anni prima



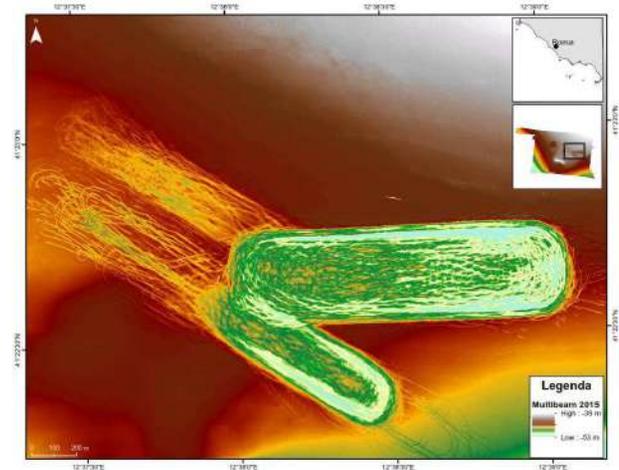
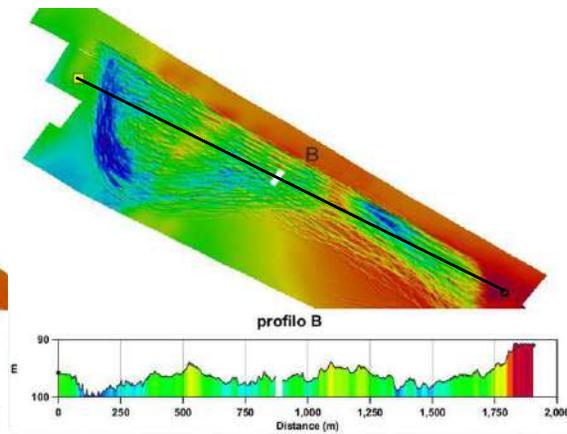
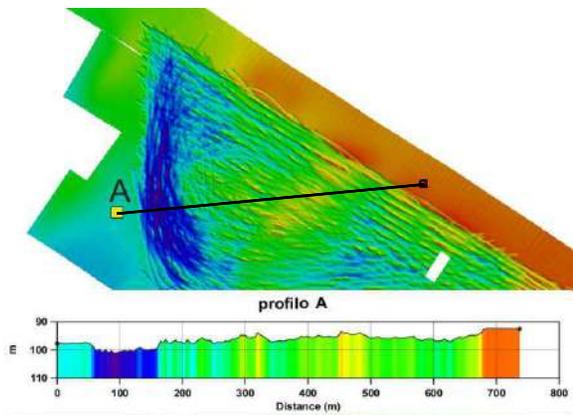
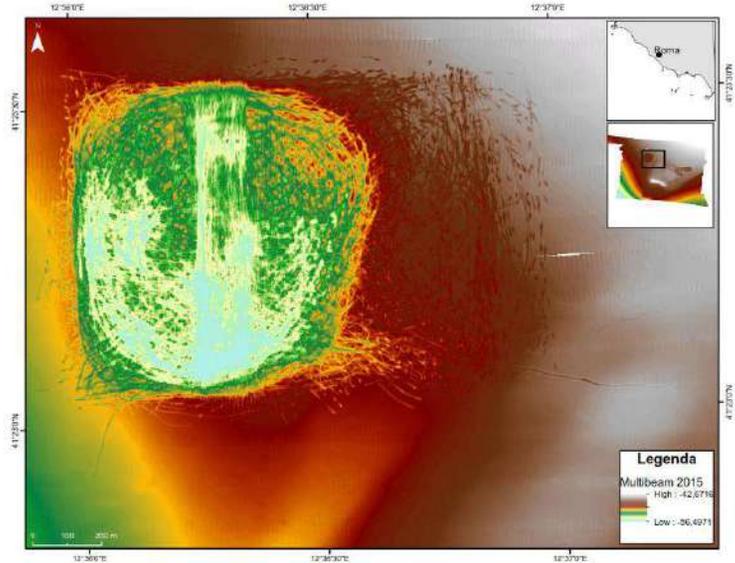
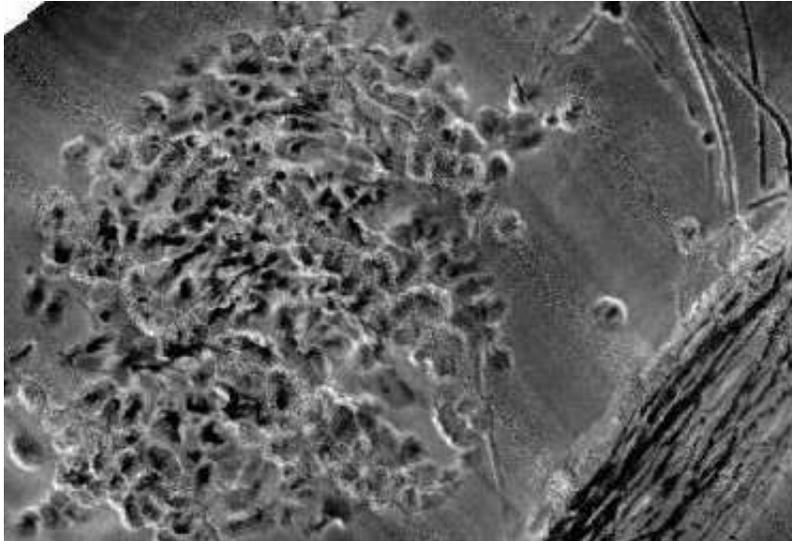
DEPOSITO A2
Superficie 22 Km²
Profondità 35 ÷ 60 m

DEPOSITO C2
Superficie 38 Km²
Profondità 70 ÷ 110 m

DEPOSITO D1
Superficie 40 Km²
Profondità 50 ÷ 70 m

RILIEVI 2014
Ca. 103 Km² di rilievi
Multibeam (risoluzione a 0,5 m)
Side Scan Sonar (range 150 m)

Approfondimenti irregolari e coltivazione selettiva



Coltivazione selettiva

Approfondimento dello scavo laddove le caratteristiche del sedimento sono «migliori»

densità adeguata
maggiore velocità di aspirazione del sedimento

diminuzione di qualità dell'intero deposito
Riduzione della potenzialità (volume di sedimento potenzialmente dragabile)

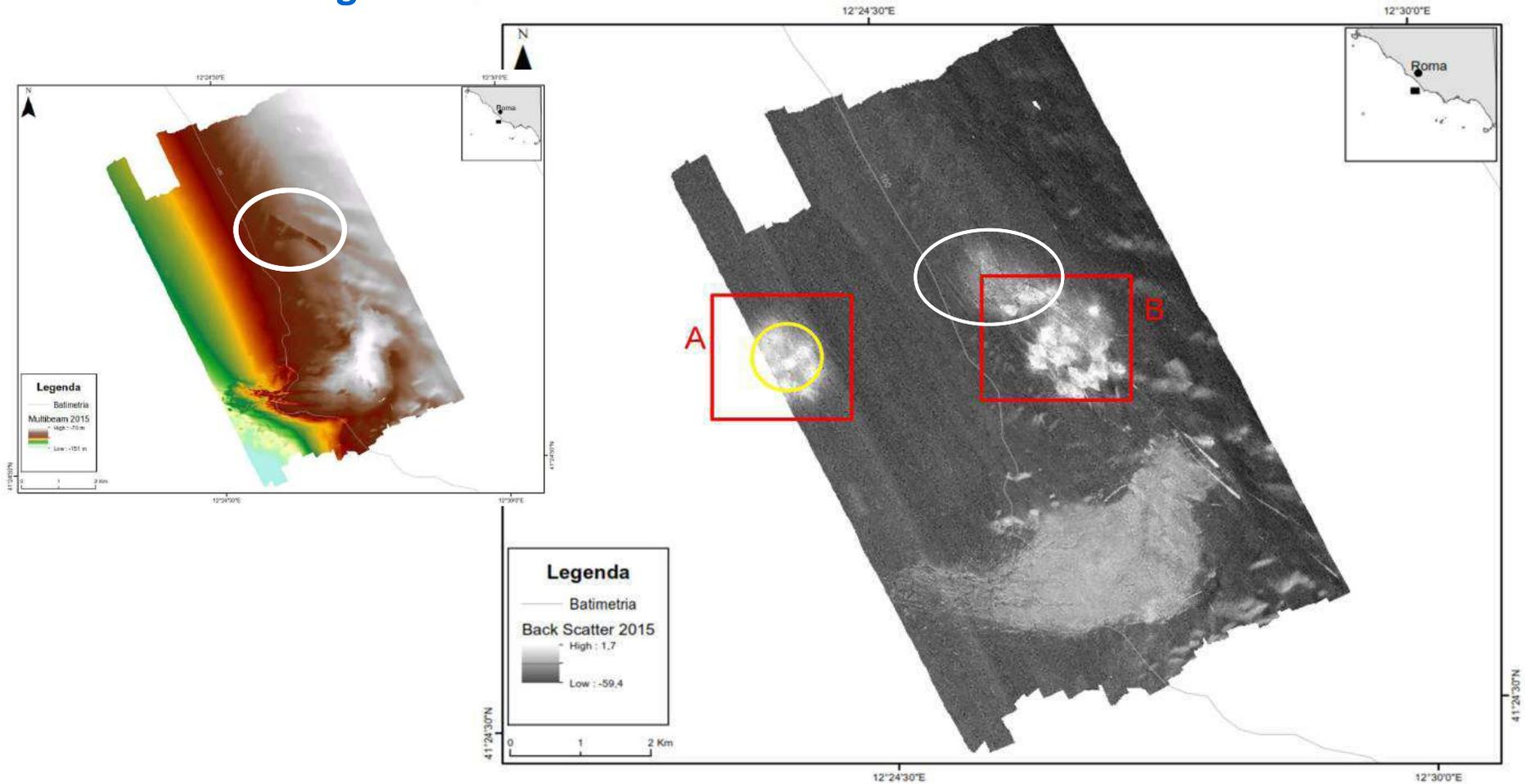
**Quali suggerimenti
per la gestione?**



Vincolare lo sfruttamento del deposito

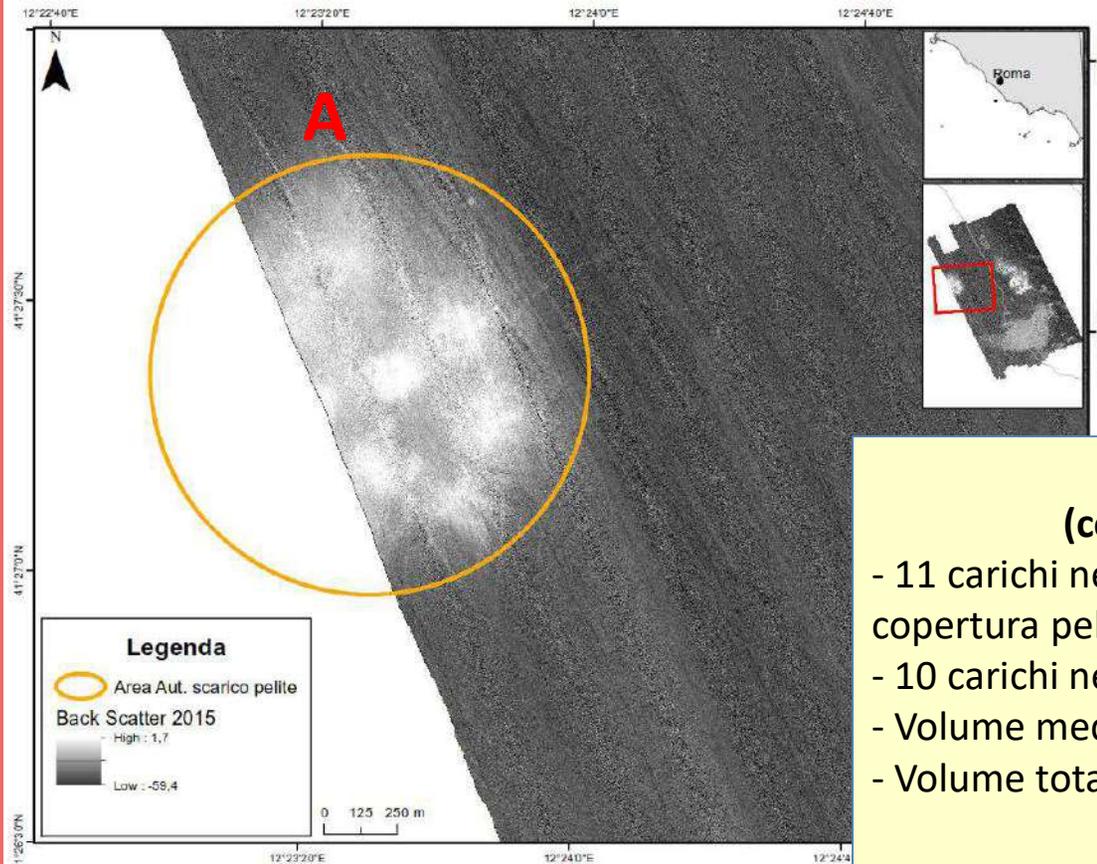
- 1) Richiedendo dragaggi con approfondimenti omogenei
- 2) Definendo un rapporto % tra materiale utile al ripascimento e materiale di scarto
- 3) Stabilire la profondità massima di scavo (per non esporre il letto del deposito)

Scarico materiale ghiaioso

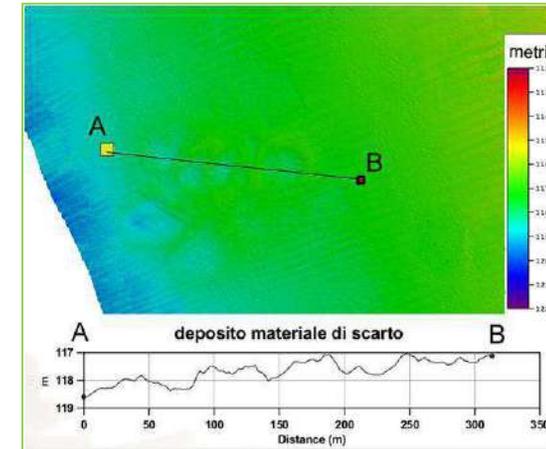


A e B: Aree ad alto *backscatter* che rappresentano il possibile accumulo di sedimento grossolano sversato per la pulizia della stiva di carico. A è l'area autorizzata allo scarico della pelite. Lo scarico in B è avvenuto senza autorizzazioni. In B oggi sarebbe impossibile effettuare ulteriori dragaggi

Scarico materiale ghiaioso



Lo scarico della pelite (con *apertura della stiva* e rilascio completo e quasi istantaneo dell' intero carico), ha prodotto strutture con morfologia concentrica e diametro di ca. 80m, con dislivelli massimi di 0,5 m



Scarico sedimento pelitico (come previsto in fase di progetto)

- 11 carichi nel 2006 (deposito di Torvaianica, pulizia copertura pelitica)
- 10 carichi nel 2007 (dal deposito di Anzio)
- Volume medio per carico 7.500 m³
- Volume totale ca. 157.000 m³ (ca. 265.000 t)

Scarico sedimento ghiaioso- ciottoloso (non previsto in fase progettuale)

- ca. decina di scarichi (desunti dall'analisi del basckatter)
- aree sub-circolari di diametro medio di ca. 150m
- scarichi effettuati all'interno di un'area sub-circolare di 1km²

Scarico materiale ghiaioso

Alto backscatter permette di individuare:
sversamenti di materiale ghiaioso-ciottoloso non refluibile
(per dimensioni e peso specifico)

deve essere obbligatoriamente scartato
per evitare danni all'impianto di aspirazione e refluimento

La pulizia della stiva di carico della draga (*flushing*)
È una **fase imprescindibile** del dragaggio

Quali i suggerimenti
per la gestione?



Il flushing deve essere valutato già in fase progettuale

**Identificazione di un'area ristretta ed esterna al deposito
per lo scarico (materiale di scarto non refluibile)**

**Processo analogo a quello messo a punto per la pulizia
del deposito dall'eventuale coltre pelitica**



Il problema: l'erosione costiera e gli interventi per «combatterla»

Dragaggio di sabbie relitte. Caratteristiche e definizioni, quadro normativo, aspetti ambientali, aspetti gestionali

Dragaggio di sedimenti litoranei. Definizioni, aspetti ambientali, aspetti gestionali

Le altre fonti di sedimento: casi reali e casi teorici

Il ripascimento

SEDIMENTI LITORANEI

Ampio gruppo di sedimenti

- ✓ Barre sommerse alle imboccature dei porti e foci armate
- ✓ Barre di avanspiaggia
- ✓ Barre sommerse alle foci fluviali, lagune e bocche lagunari
- ✓ Depositi emersi e sommersi a ridosso di opere aggettanti

*rischio di contaminazione
Interferenza con la dinamica costiera*



- ✓ Sedimenti portuali

elevato rischio di contaminazione

Tabella 2.2.1

Regione	Depositi Litoranei - quantità media m ³ /anno (movimentazioni autorizzate)				totale
	Dragaggi portuali	Barre di avanspiaggia	Depositi alle foci o bocche lagunari	Depositi emersi e sommersi artificiali	
Liguria	43.842	19.236	520	0	63.598
Toscana	80.000	0	0	0	80.000
Lazio	113.863	55.534	1.500	19.458	190.355
Sardegna	nd	nd	nd	nd	nd
Campania	43.525	26.025	0	0	69.550
Basilicata	nd	nd	nd	nd	nd
Calabria	215.000	20.000	20.000	0	255.000
Sicilia	np	np	np	np	np
Puglia	nd	nd	nd	nd	nd
Molise	nd	nd	nd	nd	nd
Abbruzzo	25.000	0	0	0	25.000
Marche	60.000	50.000	5.000	0	115.000
Emilia-Romagna	10.000	50.000	80.000	0	140.000
Veneto	0	0	222.554	0	222.554
Friuli Venezia Giulia	45.250	0	34.000	0	79.250
totale	636.480	220.795	363.574	19.458	1.240.307

nd = non disponibile; np=non pervenuto

AUTORIZZATO 1,2 milioni di m³/anno
POTENZIALE 2,5 milioni di m³/anno

StimeTNEC

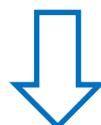
SEDIMENTI LITORANEI



FOCI FLUVIALI E BACINI PORTUALI

Il dragaggio si effettua solo quando esso è ritenuto necessario per ripristinare la navigabilità. Potrebbe pertanto essere richiesto anche in caso di contaminazione del sedimento

la verifica della qualità ambientale deve poter discriminare il sedimento che può essere utilizzato ai fini di ripascimento, da quello idoneo per altre destinazione d'uso.



***Caratterizzazione del sedimento da movimentare ai fini dell'immersione in mare
Decreto 173/2016***

Localizzati in aree potenzialmente ad elevata contaminazione

**DM 173/2016: opzioni di gestione del materiale
proveniente da escavo dei fondali marini**



**Caratterizzazione
del sedimento ai fini della qualità**

Chimica

Ecotossicologia

integrazione ponderata
chimica-ecotossicologica

Fisica

**Classificazione di qualità
Opzioni di gestione**

Biologia
microbiologia
benthos

*Piano di campionamento
come da norma*

*Strategia di campionamento per **aree costiere
non portuali e aree di foce fluviale non portuale***

*In aree di foce fluviale..... **griglia a maglia
quadrata di lato fino a 100 m;**
in aree costiere **griglia a maglia quadrata di
lato fino a 200 m.***

Norme di riferimento: il D.Lgs. 152/2006, il D.Lgs. 172/2015 e il DM 173/2016

Le opzioni gestionali dei sedimenti dragati in ambito costiero (aree costiere e fluviali, aree portuali e relative imboccature) vanno valutate in base ai requisiti dell'allegato tecnico al Decreto Ministeriale 15 luglio 2016, n. 173 (ex art. 109), che **introduce criteri di integrazione ponderata** nella valutazione delle analisi ambientali

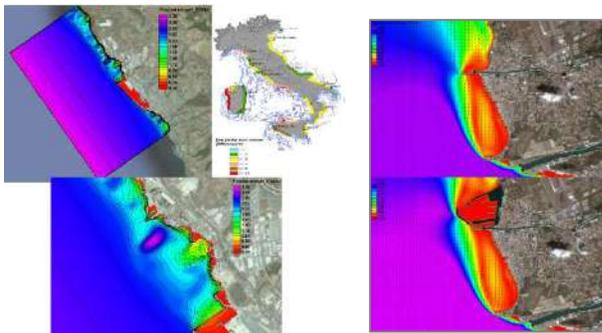
Classe di pericolo ecotossicologico elaborato per l'intera batteria (HQBatteria)	Classificazione chimica	Classe di Qualità del materiale
Assente	$HQ_C (L2) \leq$ Trascurabile	A
	$Basso \leq HQ_C (L2) \leq$ Medio	B
	$HQ_C (L2) =$ Alto	C
	$HQ_C (L2) >$ Alto	D
Basso	$HQ_C (L1) \leq$ Basso	A
	$HQ_C (L1) \geq$ Medio e $HQ_C (L2) \leq$ Basso	B
	$Medio \leq HQ_C (L2) \leq$ Alto	C
	$HQ_C (L2) >$ Alto	D
Medio	$HQ_C (L2) \leq$ Basso	C
	$HQ_C (L2) \geq$ Medio	D
\geq Alto	$HQ_C (L2) \leq$ Basso	D
	$HQ_C (L2) \geq$ Medio	E



- RIPASCIMENTO della spiaggia emersa con pelite $\leq 10\%$ o altro valore stabilito su base regionale;
- RIPASCIMENTO della spiaggia sommersa con frazione sabbiosa prevalente;
- IMMERSIONE DELIBERATA IN AREE MARINE NON COSTIERE (oltre le 3mn);
- IMMERSIONE IN AMBIENTE CONTERMINATO MARINO-COSTIERO

Per ogni opzione deve essere **prevista una attività di monitoraggio ambientale** commisurata alla qualità, all'entità dei materiali e alle caratteristiche del sito ricevente

Le variazioni morfologiche e batimetriche indotte dal dragaggio possono avere effetti sulla dinamica a scala locale



Modelli matematici per lo studio dei cambiamenti indotti sulla dinamica costiera

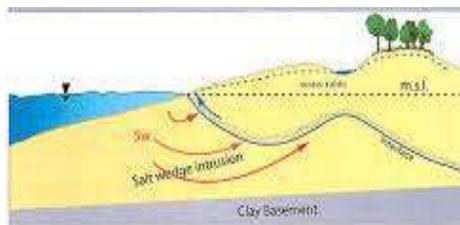


EROSIONE



CUNEO SALINO

Foci fluviali: alterazione regime idrodinamico alla foce, effetti su l'intrusione cuneo salino



HABITAT E SPECIE



Effetti sulle caratteristiche del fondo, torbidità, solido sospeso





Il problema: l'erosione costiera e gli interventi per «combatterla»

Dragaggio di sabbie relitte. Caratteristiche e definizioni, quadro normativo, aspetti ambientali, aspetti gestionali

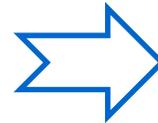
Dragaggio di sedimenti litoranei. Definizioni, aspetti ambientali, aspetti gestionali

Le altre fonti di sedimento: casi reali e casi teorici

Il ripascimento

TERRE E ROCCHE DA SCAVO. Caratteristiche e definizioni

Sottoprodotto di specifiche opere e/o attività produttive
(gallerie, fondazioni, sbancamenti ecc.)



NO

- ✓ Impatto dell'estrazione, ricompreso negli SIA delle opere e/attività cui si deve la loro produzione, laddove previsto
- ✓ Caratterizzazione dell'ambiente di estrazione

SI

- ✓ Caratterizzazione del sedimento ai fini della qualità e della compatibilità (granulometria, chimica)

TERRE E ROCCE DA SCAVO. La normativa

DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA
13 giugno 2017, n. 120.

Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164.



Art. 31 (Abrogazioni)

1. Dalla data di entrata in vigore del presente decreto è **abrogato il decreto** del Ministro dell'ambiente e della tutela e del territorio e del mare **10 agosto 2012, n. 161** .
2. Sono altresì abrogate le seguenti disposizioni:
 - a) *l'articolo 184 -bis , comma 2 -bis , del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152;*
 - b) *gli articoli 41, comma 2 e 41 -bis del decreto-legge 21 giugno 2013, n. 69, convertito, con modificazioni, dalla legge 9 agosto 2013, n. 98.*

**SCOMPARE DALLA NORMATIVA NAZIONALE
OGNI RIFERIMENTO AL LORO UTILIZZO AI FINI DI RIPASCIMENTO**

TERRE E ROCE DA SCAVO. Le norme regionali



Esperienze consolidate in
Liguria, Emilia-Romagna
Veneto, Toscana
Vol. tot. stimati 0,16 Mm³/a
Stime TNEC



Emilia-Romagna
10-15.000 m³/a (media di 6 anni)

Veneto
72.400 m³/a (2003-2015)

EMILIA ROMAGNA (Comune di Riccione)

- ✓ Regolamento edilizio: **obbliga il conferimento** all'Amministrazione dei **materiali di scavo idonei al ripascimento** delle spiagge (escludendoli dai normali utilizzi previsti per rocce e terre da scavo)

LIGURIA

- ✓ **Individua le caratteristiche** delle rocce e **terre da scavo che possono essere utilizzate ai fini di ripascimento** e indica, come **prioritario, l'impiego** di rocce e terre da scavo di qualità idonea per il **ripascimento** degli arenili.

TOSCANA

- ✓ La LR N° 3/2015 **disciplina l'impiego dei ravaneti** (accumuli di ghiaia e ciottoli derivanti dall'attività estrattiva) per il **ripascimento di litorali in erosione**.

L'ipotesi di utilizzo di sedimenti provenienti da bacini idrografici



in teoria ...



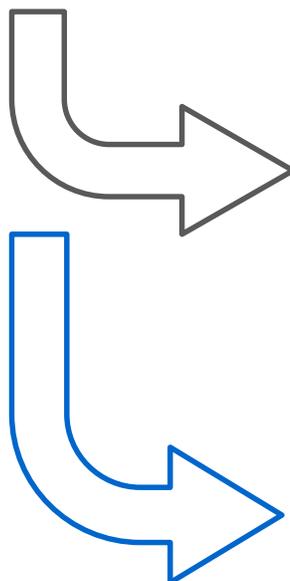
- ✓ Depositi eterogenei
- ✓ Stima dei Volumi Complessa
- ✓ % di sabbia variabile
- ✓ Ambienti sensibili
- ✓ Localizzazione geografica

Volume tot. stimato = 0,8 Mm³/a
Stime TNEC

D. Lsg 152 2006

**Gestione dei sedimenti accumulati negli
invasi artificiali va effettuata sulla base di
specifici PROGETTI DI GESTIONE**

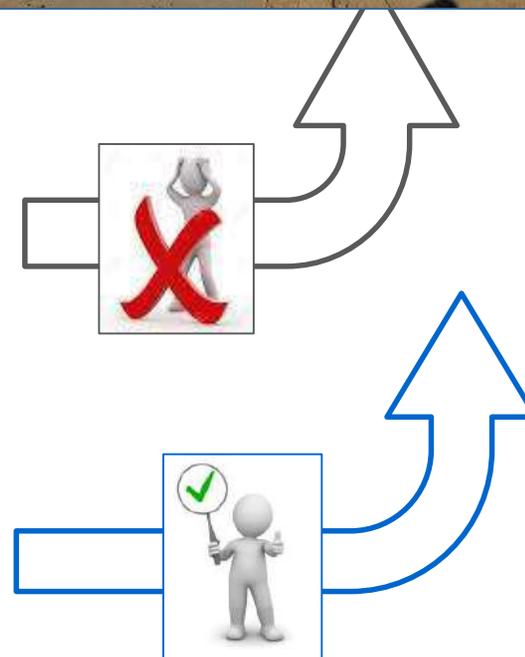
L'ipotesi di utilizzo di sedimenti provenienti da bacini idrografici



FLUITAZIONE E/O SGHIAIAMENTO

- Raccomandazione 2002/413/CE (trasporto solido)
- Direttiva 2006/12/CEE (recupero rifiuti)

PRELIEVO/DRAGAGGIO



L'ipotesi di utilizzo di sedimenti provenienti da bacini idrografici

LA CARATTERIZZAZIONE AI FINI DELLA QUALITA'
MANCANZA DI NORME DEDICATE
IL « CONFRONTO » TRA L'AMBIENTE CONTINENTALE (IL SITO DI PRELIEVO) E QUELLO MARINO (IL SITO DI DESTINAZIONE)

RAPPORTI

MANUALE E LINEE GUIDA

	Valore Proposto µg/kg SS	Approccio utilizzato
PCB totali	1,802	SQG-Bioaccumulo
ANTRACENE	28,642	SQG-EqP
BENZO(A)ANTRACENE	108,000	CB-TEC
BENZO(A)PIRENE	150,000	CB-TEC
CRISENE	166,000	CB-TEC
DIBENZO(AH)ANTRACENE	33,000	CB-TEC
FLUORANTENE	99,541	SQG-EqP
FLUORENE	77,400	CB-TEC
NAFTALENE	47,776	SQG-EqP
PIRENE	195,000	CB-TEC
LINDANO - (GAMMA-HCH)	2,370	CB-TEC
DDD [p,p']	4,880	CB-TEC
DDÉ [p,p']	3,160	CB-TEC
DDT [p,p']	4,160	CB-TEC
DDT totale	5,280	CB-TEC
DIELDRIN	0,068	SQG-Bioaccumulo
EPTACLORO EPOSSIDO	2,470	CB-TEC
ESACLOROBENZENE	4,000	SQG-EqP
PENTACLOROBENZENE	2,212	SQG-EqP

L'interrimento degli invasi ed eventuale utilizzo dei sedimenti per il ripascimento costiero

B. Molino
Dipartimento di Ingegneria e Fisica dell'Ambiente
Università degli Studi della Basilicata

ANDIDATO
Stesso Jacopo M67/99

UFFICIO GENERALE
UFFICIO
DELLA REPUBBLICA ITALIANA
Lunedì, 30 aprile 2007

Decreto lgs. 152/2006

Letteratura
tecnico-scientifica

L'ipotesi di utilizzo di sedimenti provenienti da bacini idrografici



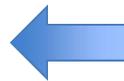
MOVIMENTAZIONE DEL SEDIMENTO

- ✓ aumento della concentrazione dei solidi sospesi e della torbidità (intensità, durata, stagione);
- ✓ impatto su habitat e specie di fauna e di flora protette

- ✓ verifica dell'effetto del dragaggio sullo stato ecologico del corpo idrico
DM 260/2010 *Criteri tecnici per la classificazione dei corpi idrici superficiali*
2000/60/EC (WFD),



Aree sensibili e/o protette
(ad es. siti Rete Natura 2000)



MONITORAGGIO EQB
(macroinvertebrati, fauna ittica, macrofite)

CAVE TERRESTRI. Principali caratteristiche

Storicamente tra le prime fonti di sedimento per ripascimento

Attualmente solo per piccoli interventi (es. ripascimento di pocket beach) e/o quando non ci sono fonti di materiale disponibile e/o adeguato.

Per es. oggi nella regione Emilia Romagna è ridotto a poche migliaia di m³/a ed è limitato al solo comune di Ravenna

Perché il Comune di Ravenna?

Disponibilità nell'entroterra di cave materiale idoneo

Necessità di grandi quantità alla scala del comune (il comune di Ravenna ha ca. 35 km di spiagge)

Grande **disponibilità economica**, grazie alle royalty di AGIP

Altre regioni in cui questa pratica è più diffusa sono la Liguria e la Toscana.

Liguria e la Toscana hanno anche normato l'impiego per il ripascimento di questa categoria di materiali .



CAVE TERRESTRI. I problemi

Difficile sostenibilità, in termini ambientali ed economici

Costi: coltivazione, trasporto, ripascimento + acquisto

20-30 €/m³ sabbia di ava terrestre

15 €/m³ sabbia del largo (Zoppi e Zanuttigh, 2011)

Non esistono norme e/o regolamenti nazionali (D. Lg.vo 152/2006)

Solo alcune norme regionali (Liguria, Toscana, Veneto)

Situazione eterogenea con livelli di approfondimento molto diversi da regione a regione

È il venditore che certifica il materiale idoneo (come da richiesta) e di buona qualità, ovvero privo di contaminazione.

Studi ambientali: sono quelli relativi alla messa in produzione della cava. E quelli relativi al ripascimento.

In alcune regioni, in mancanza di altre fonti di materiali, può essere prassi attivare, per un dato ripascimento, una specifica cava di prestito. Il procedimento ambientale (cava + ripascimento) diventa un procedimento unico.



SEDIMENTI FLUVIALI. Principali caratteristiche

Sedimenti eterogenei (localizzazione della sezione e caratteristiche del bacino)

In passato i sedimenti fluviali erano dragati e destinati a vari usi (costruzioni e grandi infrastrutture, ripascimento)

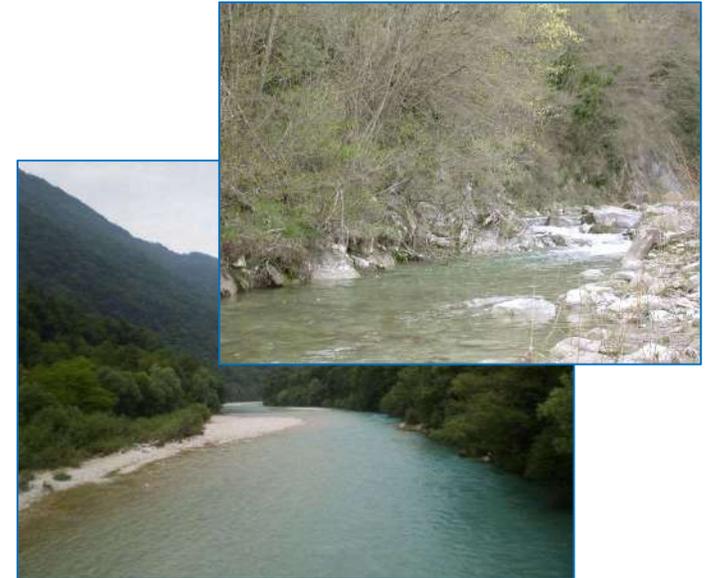
Dagli anni '80 limitazioni sempre crescenti

Attualmente: prelievo possibile solo per specifici interventi di manutenzione, sistemazione idraulica, rinaturazione degli ambiti fluviali e mantenimento della quota di fondo ai fini della navigabilità.

Solo alcune regioni costiere hanno formalizzato il loro utilizzo per ripascimento, come la Regione Liguria.

La Regione Sicilia nel Contratto di Costa dei Nebrodi prevede significativi prelievi da alveo

L'Autorità di Bacino della Regione Sardegna nelle "Direttive per la manutenzione degli alvei e la gestione dei sedimenti", ha fornito indicazioni per l'utilizzo dei sedimenti provenienti dalle manutenzioni idrauliche ai fini di ripascimento.



SEDIMENTI FLUVIALI. I problemi

L'ente incaricato della sicurezza idraulica non è lo stesso che gestisce i piccoli ripascimenti.

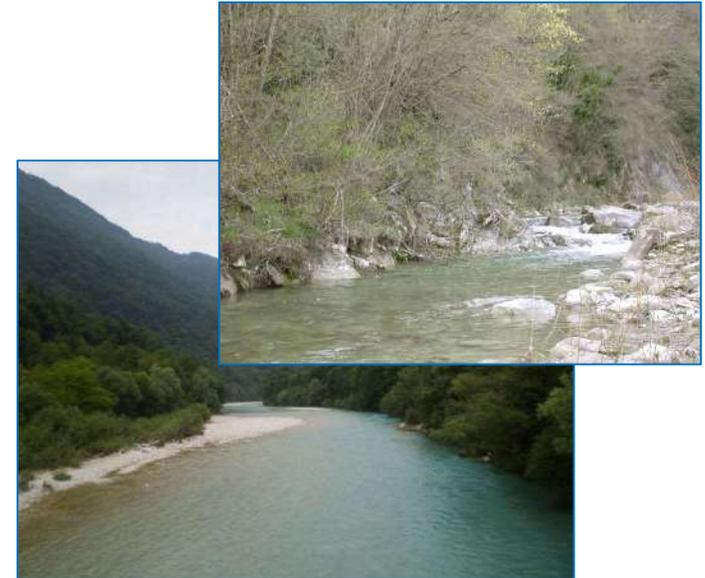
Per l'utilizzo: «necessità» di un contratto di acquisto, con passaggio ad "attività estrattiva in alveo", e come tale vietata.

Caratterizzazione ambientale segue in generale il D.lgs. 152/200. Alcune ipotesi per gli standard di qualità dei sedimenti fluviali sono in letteratura.

Solo le «solite» regioni dispongono di norme specifiche (Veneto, Liguria). In altre regioni, in mancanza di norme tecniche, la prassi è di fare riferimento al DM 173/2016, che hanno fatto emergere alcuni problemi di applicazione

La Regione Sardegna richiede (2015) la compatibilità cromatica, mineralogica, chimica e microbiologica in accordo con "Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini" (APAT-ICRAM, 2007)

Una nota del MATTM riporta che questo tipo di sedimento può essere assimilato a terre e rocce da scavo



SEDIMENTI FLUVIALI. Gli aspetti ambientali

A breve termine: aumento della torbidità, riduzione delle concentrazioni di ossigeno disciolto, l'alterazione del fondo, con coinvolgimento diretto della fauna (no popolamento ittico). Aumento della «siltazione» ed effetti sui pesci.

A lungo termine: cambiamento dell'habitat, maggiore velocità del flusso, migliori condizioni dell'ossigeno, riduzione della frazione fine nei sedimenti di fondo, rilascio di nutrienti e riduzione delle macrofite.

Possibili effetti (a lungo termine) anche sulle comunità bentoniche (variazione dei parametri strutturali), recupero veloce (entro l'anno)

La velocità di recupero dipende dai fattori ecologici, quali ad es. la composizione del sedimento dopo il dragaggio, la velocità di flusso e la vegetazione, dalle caratteristiche del dragaggio (timing, durata e periodo di intervento, volumi dragati) sia dalle caratteristiche biologiche dei singoli gruppi tassonomici che lo compongono

Da studi condotti per mantenere la navigabilità dei corsi d'acqua





Il problema: l'erosione costiera e gli interventi per «combatterla»

Dragaggio di sabbie relitte. Caratteristiche e definizioni, quadro normativo, aspetti ambientali, aspetti gestionali

Dragaggio di sedimenti litoranei. Definizioni, aspetti ambientali, aspetti gestionali

Le altre fonti di sedimento: casi reali e casi teorici

Il ripascimento

RIPASCIMENTO

Alimentazione di una spiaggia (in erosione) mediante materiale idoneo di provenienza marina o terrestre



Elementi di attenzione (no progettuali)

- ✓ % fine nel sedimento da sversare
- ✓ Composizione mineralogica del sedimento

habitat e/o specie sensibili

Quadro di riferimento normativo

Il **ripascimento** è di competenza **regionale**.

In quanto “**opera di difesa costiera**”, è sottoposto alla procedura di **Assoggettabilità a VIA regionale**

Il ripascimento in **aree protette** come parchi naturali, AMP e SIC deve essere sottoposto a procedura di **VIA e VInCA**

Solo alcune delle Regioni costiere (**Liguria, Toscana, Veneto**) hanno definito **norme tecniche specifiche** per il ripascimento, che affrontano **anche gli aspetti ambientali**

Decreto **173/2016**: specifica i criteri tecnici per *l'autorizzazione all'immersione in mare dei materiali di escavo di fondali marini* e stabilisce possibili **opzioni di gestione in funzione della qualità** del sedimento (criterio integrato chimico-ecotossicologico). Tra le possibili opzioni di gestioni c'è citato il **ripascimento**



✓ % fine nel sedimento da sversare



Effetti sulla colonna d'acqua



In un intervento correttamente eseguito

- ✓ **sedimento molto mobile**
- ✓ **si esaurisce entro 2-3 ore**
- ✓ **97-99% deposita entro una 10 m**
- ✓ **elevata torbidità**



Elevata torbidità (condizioni naturali) in concomitanza (e subito dopo) degli eventi meteo più importanti



✓ % fine nel sedimento da sversare



Effetti sulla colonna d'acqua

**CONOSCERE ADEGUATAMENTE LA GRANULOMETRIA
LIMITARE L'AFFLUSSO DI SEDIMENTO FINE SULLA SPIAGGIA**

Operativamente ...

La Regione Liguria ...

✓ Ha stabilito per legge i limiti di pelite per le spiagge, suddivise in
“spiagge sensibili” e “altre spiagge”

La Regione Lazio ...

✓ Stabilisce il limite massimo di pelite, caso per caso, nel capitolato
tecnico

E se il sedimento non è adeguato?



Gli studi di monitoraggio ambientale Effetti del ripascimento sui popolamenti biotici

**Utilizzare sedimenti di granulometria idonea
Può favorire la presenza delle specie «storicamente» presenti**



Salvaguardia specie sensibili e/o di interesse commerciale



***Donax trunculus* L. (tellina) è una specie litorale che vive nella zona intertidale delle spiagge sabbiose del Mar Mediterraneo.**

E' una specie oggetto di pesca professionale.



***D. trunculus* è un organismo sensibile alle variazioni granulometriche durante il suo ciclo vitale, in particolare durante le prime fasi della crescita (insediamento larvale)**

Reclutamento avviene quando:

Sedimento stabile

Sabbia media con Mz compreso tra 2 e 2,5

Ripascimento condotto prima della fase di insediamento larvale

✓ **Composizione mineralogica del sedimento**

I sedimenti lungo la costa italiana



Sabbia con serpentino



Sabbia vulcano-clastica



Sabbia a prevalenza carbonatica



Sabbia di natura granitoide



Granuli vulcanoclastici, pirosseni e plagioclasti



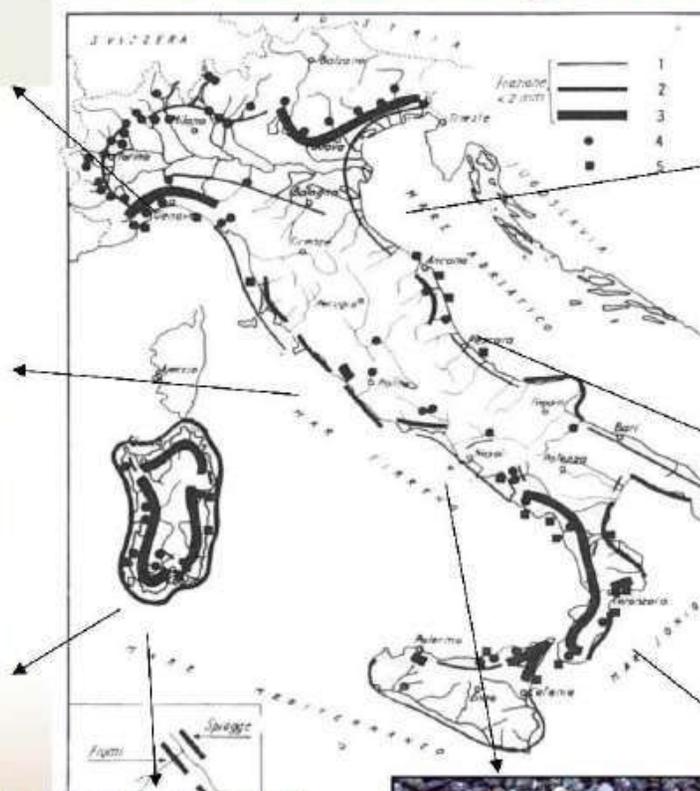
Sabbia carbonatica



Granati



Litici granitici



✓ **Composizione mineralogica del sedimento**

Le specie mineralogiche prevalenti definiscono la DUREZZA



**torbidità
persistente**



Impatto su habitat e specie protette



Le specie mineralogiche prevalenti definiscono il COLORE

**sedimento sabbioso evoluto,
con quarzo quasi esclusivo
(sabbie chiare).**



**spiagge "speciali"
(ad es. sabbie rosa, sabbie
esclusivamente carbonatiche)**

**sabbie ricche in minerali ferici
(sabbia scura di origine vulcanica)**



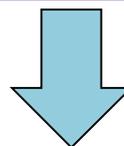
Variazioni colorimetriche

**Impatto
paesaggistico e socio-economico**

**Impatto
su habitat e specie protette**

✓ **Composizione mineralogica del sedimento**

**EFFETTI DELLE VARIAZIONI DI COLORE DELLA SABBIA SULLE
POPOLAZIONI CHE VIVONO A STRETTO CONTATTO CON IL SEDIMENTO**



possibili variazioni della temperatura della spiaggia di 0,5 – 1°C

“perdita di mimetismo” per le variazioni di colori



✓ **Composizione mineralogica del sedimento**

La determinazione del colore:

Differenze fra sabbia nativa e sabbia di ripascimento

Il sistema colorimetrico utilizzato deve essere percettivamente uniforme.

Il sistema permette di definire i limiti di accettabilità entro i quali la percezione della differenza cromatica è minima

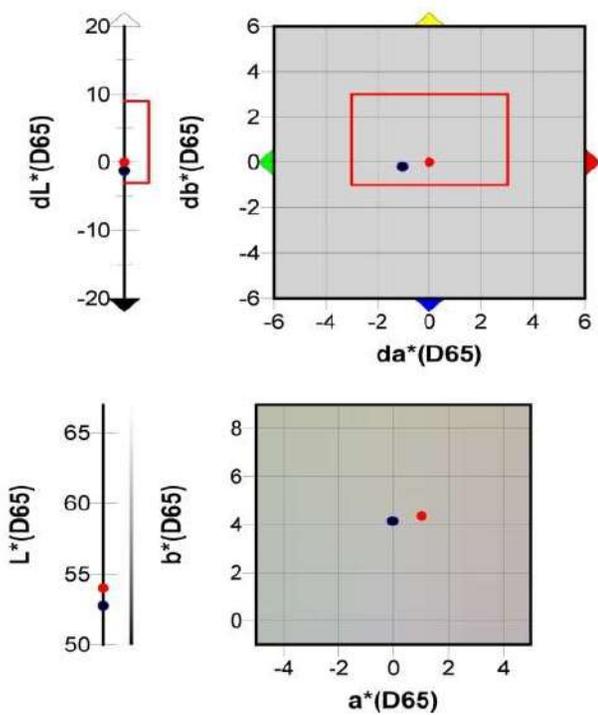
La determinazione del colore oggettiva viene effettuata in funzione della Luminosità (dL^*) e della Cromaticità (da^* e db^*), misurando la differenza cromatica fra due campioni con un singolo valore numerico (dE^*ab).

Nome sample	13/11
Nome target	Marina dei Ronchi

	Sample	Target
L^*	52,76	53,99
a^*	-0,03	1,01
b^*	4,15	4,35

	Diff.	Giudizio
dL^*	-1,23	OK
da^*	-1,04	OK
db^*	-0,20	OK
dE^*ab	1,62	OK

Giudizio totale	OK
-----------------	-----------



COMPATIBILITÀ CROMATICA

- 1) sabbia per ripascimento (sample, punto blu)
- 2) sedimento nativo (target, punto rosso)

dati i seguenti limiti di capitolato:

- $3 < dL^* < 9$
- $-3 < a^* < +3$
- $-1 < b^* < +3$
- $\Delta E^*ab < 10$

Il range di accettabilità per L^* (luminosità) è indicato dalla linea rossa sul grafico verticale, quello per a^* e b^* (cromaticità) dal rettangolo nel grafico in alto a destra, nel quale il campione nativo è posto all'origine degli assi e quello da valutare alla distanza da^* e db^* dal primo.



Grazie per l'attenzione

daniela.paganelli@isprambiente.it