



PROGETTO COSTRUTTIVO

**INTERVENTI PER IL DRAGAGGIO DI 2,3 M m³ DI SEDIMENTI IN AREA MOLO
POLISETTORIALE PER LA REALIZZAZIONE DI UN PRIMO LOTTO DELLA CASSA DI
COLMATA FUNZIONALE ALL'AMPLIAMENTO DEL V SPORGENTE DEL PORTO DI TARANTO**

Progetto Costruttivo

MARGINAMENTO A MARE

Nota Tecnica - Riscontro alla nota dell'Arpa del 21.5.21, prot. n. 0037819

SCALA: -

CODICE PROGETTO	CODICE ELABORATO	REV	REP
PUG102	PC-GEN-DR-00-00-RE-02-B		292

REVISIONI	REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
	B	08.11.21	EMISSIONE	IGESS	AIELLO	COLLARELLI
	A	15.6.21	EMISSIONE	IGESS	AIELLO	COLLARELLI

IL PROGETTISTA

IL PROGETTISTA

IMPRESA

**Partecipazioni
Italia**
gruppo Webuild

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

NOTA TECNICA

RISCONTRO ALLA NOTA DELL'ARPA DEL 21.5.2021 PROT. N. 0037819

La presente è in riscontro alle osservazioni di cui alla nota Arpa del 21.5.2021 prot. n. 0037819. Di seguito si riportano gli approfondimenti richiesti, seguendo l'ordine ed i punti riportati nella nota stessa. Si precisa e ricorda, che il Progetto Definitivo relativo ai lavori in esame è stato approvato, ai sensi dell'art. 5 bis della legge 84/94, con decreto n. 4876/2014 dall'ex MATTM DG per la Tutela del Territorio e delle Risorse Idriche, e con Decreto n.80/2014 il MATTM, di concerto con il MIBACT, ne ha decretato la compatibilità ambientale.

Punto 1) Valutazione della tecnologia prevista per l'esecuzione del dragaggio ambientale

La tecnologia prevista per l'esecuzione del dragaggio proposta da Astaldi nel documento "Piano di Dragaggio e Sistema di refluitamento in cassa di colmata" è un'aggiornamento/integrazione del Piano di Dragaggio di Progetto Esecutivo, quest'ultimo già trasmesso agli Enti nell'ambito della verifica di ottemperanza alle prescrizioni di cui al citato Decreto Ministeriale n. 80/14. In tale aggiornamento, si prevede l'impiego di draghe a benna mordente (*grab dredger*) e di backhoe al fine di adempiere alle esigenze di mantenere l'operatività del Molo Polisetoriale e del V Sporgente. In tale ambito, l'uso delle draghe prescelte, consente di agire rapidamente nello spostamento dei mezzi di dragaggio compatibilmente con le esigenze dei concessionari e della Capitaneria di Porto, e soprattutto in riscontro alle esigenze di sicurezza per l'accesso al porto in caso di necessità (condizioni meteo avverse).

Le grab dredger, da impiegare per lo scavo dei sedimenti gialli e rossi, sono munite di benne a cassone a tenuta, chiuse su tutti i lati compreso quello superiore. A differenza di alcune Ecograb le benne utilizzate avranno un sistema di chiusura a raggio, invece che orizzontale. Tale scelta è determinata dalle elevate caratteristiche fisico-meccaniche che caratterizzano la maggior parte del materiale da dragare. Le benne a chiusura orizzontale sarebbero controproducenti proprio dal punto di vista ambientale, in quanto la mancata penetrazione su terreni anche debolmente coesi ne comporterebbe un coefficiente di riempimento prossimo allo zero, aumentando considerevolmente i volumi d'acqua asportati e trasportati in discarica nonché il rimaneggiamento del materiale durante le operazioni di chiusura della benna, senza che questo tuttavia, possa essere asportato.

Fatta questa primo approfondimento sulla tipologia di draghe impiegate, si riportano di seguito i relativi approfondimenti così come richiesti da Arpa.

Punto 1: La testa dragante deve essere progettata e successivamente manovrata in modo tale da ridurre il disturbo al sedimente e la conseguente formazione di una nube di torbida. Devono inoltre essere adottati opportuni accorgimenti per la fase di sollevamento del materiale.

Le cosiddette teste draganti, benne nella fattispecie, sono state costruite e progettate per garantire il miglior controllo possibile della lavorazione in funzione della capacità della macchina sulla quale essa è installata. Il ciclo prevede che la benna aperta venga fatta scendere sino sul fondo (quote del fondo ed altezza della benna rispetto al fondo stesso sono sempre visualizzate in tempo reale dall'operatore per tramite dei *sistemi real time dredging* già descritti nella precedente relazione). In questa fase il pericolo è che l'impatto della benna sul fondo, crei una notevole sospensione dei sedimenti con conseguente torbidità. Per dare risposta a tale problematica si prevede che le gru utilizzate siano esclusivamente gru con sistemi di discesa

libera controllata o discesa completamente controllata. In questa maniera l'attrezzo benna durante le fasi di discesa non raggiungerà mai velocità elevate ma potrà facilmente essere fermato alla quota prevista e visualizzata dall'operatore, evitando impatti violenti con il fondo e conseguente sospensione di materiale.

Le benne sono completamente chiuse sulla parte posteriore. La completa chiusura del cassone ne consente il sollevamento senza che il materiale asportato subisca un effetto lavaggio durante la fase di risalita a bordo. Anche in questo caso il movimento di risalita sarà debitamente tarato al fine di evitare pericolose accelerazioni e conseguenti dispersioni di materiale nella colonna d'acqua.

Punto 2: La testa dragante deve essere dimensionata in modo appropriato e manovrata opportunamente affinché tutto il materiale tagliato o smosso dalla testa dragante sia poi allontanato, evitando la perdita di sedimento e la successiva dispersione dello stesso. Devono inoltre essere adottati opportuni accorgimenti per la fase di sollevamento del materiale.

Le benne utilizzate a differenza di sistemi a disgregazione meccanica o idraulica/aspirazione, operano in maniera puntuale nella zona di intervento, consentono quindi la rimozione del solo materiale che si trova all'interno del cassone prima della fase di chiusura. Il rischio in questo caso è che il mancato controllo della quota attrezzo benna in relazione alla reale quota del fondo porti l'operatore ad abbassare troppo l'utensile, creando in fase di chiusura una sorta di *overdredging* (materiale che si troverà nel campo di chiusura della benna ma che eccede la capacità della benna stessa). Per dare una risposta a questo problema e come evidenziato nel documento di progetto, tutte le draghe saranno dotate di un sistema di controllo della posizione che consente all'operatore di conoscere in tempo reale sia la quota del fondo per come rilevato dai sistemi multibeam che la reale quota della benna. Unitamente ai sistemi di controllo della discesa l'operatore sarà in grado di posizionare la benna alla quota corretta evitando il fenomeno precedentemente descritto. Una volta chiusa, la benna, anche nella parte superiore, il materiale sarà confinato all'interno del cassone ed impossibilitato a disperdersi nell'ambiente circostante.

Punto 3: Il processo di dragaggio deve minimizzare la quantità d'acqua rimossa insieme al sedimento. A tal fine il sistema dragante deve consentire il monitoraggio (e l'adattamento) in tempo reale di parametri quali: posizione della testa dragante rispetto al fondale, volume dragato, grado di riempimento delle benne.

Al fine di consentire il grado di riempimento adeguato della benna, tutte le macchine utilizzate per il dragaggio saranno dotate di appositi dispositivi di lettura e taratura delle pressioni esercitate dalla benna sul fondo in fase di chiusura. L'operatore avrà a disposizione tramite manometri dedicati, una lettura continua di detti parametri, e sarà inoltre possibile tramite apposite valvole di controllo, tarare dette pressioni. Detta lettura/taratura manterrà costante la capacità di riempimento della benna in funzione del grado di coesione del materiale rimosso in ogni fase del dragaggio.

Come già detto nei punti precedenti l'operatore avrà evidenziato a monitor in tempo reale la quota effettiva della benna unitamente ad un modello digitale del fondo.

Una volta chiusa la benna, il software di dragaggio prevede che tramite un pulsante dedicato (*push botton*) l'operatore invii un impulso ai sensori, i quali registreranno la quota effettiva della benna ed andranno a correggere il modello digitale del fondo visualizzato, riportando per la zona d'intervento della benna la nuova quota di fondo per come appena

dragata. Nei cicli successivi l'operatore avrà sempre quindi a disposizione un modello digitale del fondo aggiornato ed in grado di fornire le informazioni necessarie ad operare con la dovuta precisione.

Punto 4: Il sistema di dragaggio e in particolare la testa dragante, devono essere dotati di un sistema di posizionamento a elevata precisione, in modo da realizzare un monitoraggio in tempo reale del profilo di scavo, attraverso il confronto con un accurato modello digitalizzato del fondale costruito sulla base di una dettagliata batimetria dell'area d'intervento e dei risultati della campagna di caratterizzazione. La precisione richiesta deve essere coerente con l'accuratezza della caratterizzazione svolta.

Già descritti nei punti precedenti.

Punto 5 e 6: Qualunque tipologia di draga venga prescelta è indispensabile la presenza a bordo di strumentazione idonea al controllo in tempo reale dell'efficacia delle modalità esecutive applicate e dell'evoluzione dell'intervento e che i mezzi utilizzati non costituiscano di per sé una fonte di contaminazione per l'ambiente circostante. In particolare, nel caso di selezione di sistemi di rimozione meccanica di tipo «ambientale» deve essere previsto: la regolazione del grado di riempimento della benna; l'adozione di una velocità adeguata di lavoro; la chiusura ermetica della benna in funzione della qualità dei sedimenti; la presenza a bordo di dispositivi per il lavaggio dei mezzi d'opera.

Tutte le draghe utilizzate saranno come detto dotate di sistemi di controllo in tempo reale delle operazioni di scavo. Detti sistemi visualizzeranno in continuo per ogni operatore:

- Modello digitale a colori del fondo
- Posizione piano altimetrica della benna
- Sezione con evidenziata quota benna, grado di apertura/chiusura e quota fondo

Ogni operatore sarà in grado per ogni ciclo di lavoro (ogni bennata) di aggiornare il modello digitale del fondo, registrando le quote effettive della benna al momento della chiusura e prima della fase di sollevamento. Il modello per come modificato creerà in automatico un apposito log file (file di lavoro) salvato all'interno del sistema stesso.

La messa in rete di detti sistemi consentirà agli operatori di più draghe di conoscere l'evoluzione delle quote del fondo anche nelle zone ove hanno operato altre draghe.

Tutti i sistemi, gestiti singolarmente da ogni operatore e globalmente da un unico soggetto dedicato a terra, saranno a loro volta aggiornati con cadenza settimanale o maggiore se richiesto, tramite l'esecuzione di un nuovo rilievo multibeam che sostituirà i precedenti dando così ad ogni operatore la completa ed aggiornata situazione del fondo sul quale si sta operando.

Detta visualizzazione sarà resa disponibile non solo agli operatori gru ma anche ai Comandanti tramite una visualizzazione da remoto in plancia. In questa maniera anche le fasi di spostamento e riposizionamento delle draghe saranno sempre eseguite sulla base delle informazioni aggiornate di dragaggio, rendendo facile per tutti gli operatori ritornare nei punti ove le operazioni eventualmente erano state interrotte.

Tutte le draghe sono dotate di sistemi di lavaggio a pressione che utilizzeranno l'acqua di mare. Detta operazione di lavaggio, ove necessario, verrà effettuata direttamente in stiva e l'acqua di risulta sarà mantenuta a bordo e successivamente conferita all'interno della cassa di colmata.

Per le fasi di trasporto verranno utilizzate prevalentemente bette, le cui stive chiuse da sistemi idraulici verranno mantenute tali per tutta la durata dei lavori, in quanto non è prevista, per la tipologia di lavoro da eseguire, l'apertura delle stive. Appositi manometri ubicati in plancia/sala macchine consentono agli operatori la verifica ed il mantenimento di tale chiusura.

Relativamente alle attività di bonifica da ordigni bellici, si specifica infine che, preliminarmente all'avvio delle attività di escavo per la rimozione dei sedimenti, verrà in ogni caso eseguita una ricognizione dei fondali oggetto di dragaggio per l'individuazione e rimozione di eventuali ordigni bellici e trovanti di varia natura.

Punto 2) Monitoraggio ambientale

Il monitoraggio ambientale sulla componente marina è attuato da Astaldi sin dall'inizio dei lavori, mediante l'impiego di n. 7 sonde individuate con la sigla CF1, CF2, CF3, CF4, CF5, CF6, CF7 ed installate nello specchio acqueo antistante i moli Polisetoriale/V Sporgente secondo le modalità descritte nel Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA), Rev. F approvato dalla stessa ARPA con nota prot. n. 65829 del 13.11.2015.

L'attività di monitoraggio, di cui al PMA in parola, sarà portata avanti sulla base dei dati derivanti dalle suddette 7 sonde in accordo con i limiti previsti.

Per quanto riguarda la scelta delle sonde da includere nel sistema di Alert, a tal proposito e con particolare riferimento alle sonde CF1, CF2 e CF3, si specifica che queste non sono state installate da Astaldi; sono state installate nell'ambito di precedenti appalti per esigenze diverse. Esse sono state poi riutilizzate per l'esecuzione del monitoraggio ambientale nell'ambito dei lavori in oggetto.

La posizione delle suddette tre sonde, ora ricadenti proprio all'interno dell'area interessata dalle operazioni di dragaggio, sembrerebbe ad oggi, in ragione delle mutate condizioni di utilizzo della darsena polisetoriale, non più idonee all'esecuzione di un efficace monitoraggio ambientale. A dimostrazione di ciò vi è il fatto che le sonde in questione rilevano valori di torbidità superiori al livello di soglia stabilito *ante operam*, generando messaggi di allarme già oggi, in assenza di operazioni di dragaggio, ed a causa del traffico navale in esercizio nella darsena. Tale circostanza è rilevabile direttamente dalla stessa Arpa attraverso una lettura dei dati storici della tre sonde, ma anche di tutte le altre, direttamente dal sito www.prismigis.it.

Tra l'altro, i limiti dei valori soglia di torbidità per tutte le sonde sono stati determinati attraverso il rilievo di un bianco naturale eseguito durante la fase con attività portuale praticamente nulla. Tale circostanza, ha portato con il passare del tempo e con l'incremento dell'attività portuale (cfr. dati storici su www.prismagis.it) ad avere frequentemente valori di torbidità superiori ai valori soglia approvati, tra l'altro in assenza di lavorazioni in capo alla scrivente.

Ulteriore elemento, è che tenuto conto del fine non determinato dai lavori in corso, le tre sonde CF1, CF2 e CF3, sono interferenti con le operazioni di dragaggio e con la movimentazione delle bette di carico.

Tenuto conto delle mutate condizioni, la scrivente anche in accordo con l'Autorità Portuale ritiene un necessario e più utile nuovo posizionamento per le sonde CF1 e CF2, in punti dove possano avere un controllo specifico dell'attività di dragaggio ubicandole nell'intorno immediato dell'area da dragare e non nell'area stessa (cfr. planimetria allegata). Considerate

le mede facenti parte del parco segnalamenti in capo alla AdSP Mar Ionio, si ritengono stazioni utilizzabili per il riposizionamento delle suddette sonde la meda n.12 e n.13.

Scelta del valore di pre-alert all'80%:

In merito alla richiesta di specificare le motivazioni della scelta del valore dell'80% del valore limite come valore di Pre-Alert, si precisa che, unitamente alla scelta di effettuare le operazioni di dragaggio mediante l'utilizzo di draghe di tipo meccanico e tenuto conto della difficoltà di introdurre interventi di mitigazione adeguati, di cui al punto successivo, l'utilizzo dell'80% del valore di soglia quale valore di pre-alert, consente, a vantaggio di sicurezza, di intervenire in tempo utile per la mitigazione o l'eventuale interruzione delle operazioni in corso e consentire il ripristino delle condizioni ordinarie in accordo con quanto previsto dal diagramma di flusso della procedura operativa condivisa e da attuare in caso di superamento dei valori soglia. Tale valore, si ricorda, non era previsto nel Piano di Monitoraggio, e rappresenta una cautela ulteriore. Da valutazione prettamente operative, si è ritenuto che un pre-alert fissato all'80% del valore soglia, consente di adottare in tempo utile misure specifiche di riduzione della torbidità, fino all'interruzione delle lavorazioni stesse.

Relativamente alle procedure da adottare per il superamento dei valori soglia, sarà applicata la procedura già prevista nel Piano di Monitoraggio approvato.

Attualmente, come noto, attraverso il portale www.prismagis.it sono rilevabili tutti gli indicatori, tra i quali la torbidità, monitorati dalle sonde, sia nei loro valori attuali che nella loro serie storica. Si procederà con l'attivare, una procedura di invio di mail al raggiungimento dei valori soglia, per tutte le sonde installate.

Per quanto riguarda la sonda CF3, si segnala che la meda su cui era installata è al momento in manutenzione a causa dello stato di conservazione delle strutture metalliche. Poiché l'AdSP ha comunicato che il manufatto potrà essere posato in opera soltanto per fine luglio 2021, si propone di posizionare la sonda CF3 in una delle mede attualmente disponibili in prossimità dell'area da dragare (cfr. planimetria allegata).

Punto 3) Misure di Mitigazione

L'uso delle panne, per il lavoro in esame, risulta complesso ed ingestibile per i motivi di seguito indicati:

- elevata profondità di scavo incompatibile con la tenuta e stabilità delle gonne
- esposizione dell'area ad eventi meteomarinari che comprometterebbero la stabilità ed integrità delle barriere
- elevato numero di mezzi coinvolti
- mantenimento della fruibilità dell'area oggetto di intervento anche per le operazioni commerciali, incompatibile con le attività di dismissione delle gonne

L'area oggetto del dragaggio è l'area compresa tra il molo polisettoriale ed il V° sporgente, nel Porto di Taranto. Come già evidenziato nella precedente relazione anche su espressa richiesta dell'Autorità Portuale si è cercato di introdurre dei sistemi di dragaggio che fossero idonei con il mantenimento della fruibilità dell'area da parte degli operatori portuali.

In tal senso l'utilizzo di barriere sommerse (panne a gonne) non risulta compatibile con il servizio commerciale dell'area, in quanto se pur vero che per i mezzi effossori si possono creare aperture tecniche dedicate, in caso di entrata/uscita di una nave l'intera barriera dovrebbe essere rimossa. Considerata la cadenza giornaliera di arrivi/partenze commerciali l'operazione è estremamente complessa.

Le quote di progetto prevedono un dragaggio sino a quota -15.50m slm. Le panne a gonna su queste profondità diventano pesanti oltre che estremamente soggette alle forze indotte da correnti naturali o passaggio di imbarcazioni nelle vicinanze. Ciò comporta una complessa e lenta gestione delle stesse.

Anche la manutenzione e verifica di integrità comporterebbe l'esecuzione di immersioni giornaliere a quote superiori a 12 metri, per le quali le norme di sicurezza imporrebbero continui fermi alle operazioni di dragaggio.

L'area in questione, inoltre, risulta non del tutto protetta da eventi meteomarini avversi; infatti pur trattandosi di area portuale è un'area che è esposta in particolare ai venti del 3° e 4° quadrante. In caso di eventi meteomarini anche non troppo violenti o estesi le barriere sarebbero soggette all'azione di trascinamento delle onde e dei venti rendendole inutili e comunque soggette continuamente a strappi, con compromissione dell'integrità strutturale e funzionale.

Dall'altra parte esistono invece argomenti che consentono di prevedere il non impiego delle panne, mantenendo comunque condizioni ambientali adeguate ai principi di cui al decreto di compatibilità. In particolare:

- l'impiego di draghe a benna chiusa insieme a tutti gli accorgimenti descritti in precedenza, minimizzano l'effetto della torbidità tale da non rendere necessari ulteriori interventi di mitigazione;
- la presenza di n. 7 sonde multi parametriche di controllo della torbidità, consentono di operare avendo modo di verificare nell'intorno immediato dell'area di dragaggio, l'incremento dei valori di torbidità oltre i valori prefissati e garantendo pertanto condizioni operative coerenti con quanto approvato;
- all'interno della zona di dragaggio non sono presenti target sensibili, tali da rendere necessario la loro protezione.

Alla luce di tali indicazioni, si ritiene ragionevole operare in assenza di panne munite di gonne.

Punto 4) Monitoraggio mammiferi marini e tartarughe

Al fine di ottemperare a quanto previsto dalla prescrizione n. 18 del DM 80/2014, si è proceduto alla formulazione di un piano di monitoraggio dettagliato da adottare in corso d'opera per il controllo della presenza in mare di mammiferi marini e tartarughe, che qui si allega per condivisione ed approvazione, nonché alla redazione di uno specifico protocollo, anch'esso qui condiviso, da adottare in caso di avvistamento e nel quale vengono specificate sia la frequenza delle attività di visual census sia la strumentazione utilizzata. Le attività in oggetto prevedono tecniche di monitoraggio dei Cetacei attraverso l'avvistamento diretto della loro presenza da parte di operatori Marine Mammals Observers (MMO) - Personale specializzato per survey visivo durante le opere di dragaggio con attrezzature specifiche ed organizzati nell'area interessata dalle attività di cantiere, in ottemperanza alle prescrizioni indicate dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATM) di cui al paragrafo A.16 del decreto di Compatibilità Ambientale.

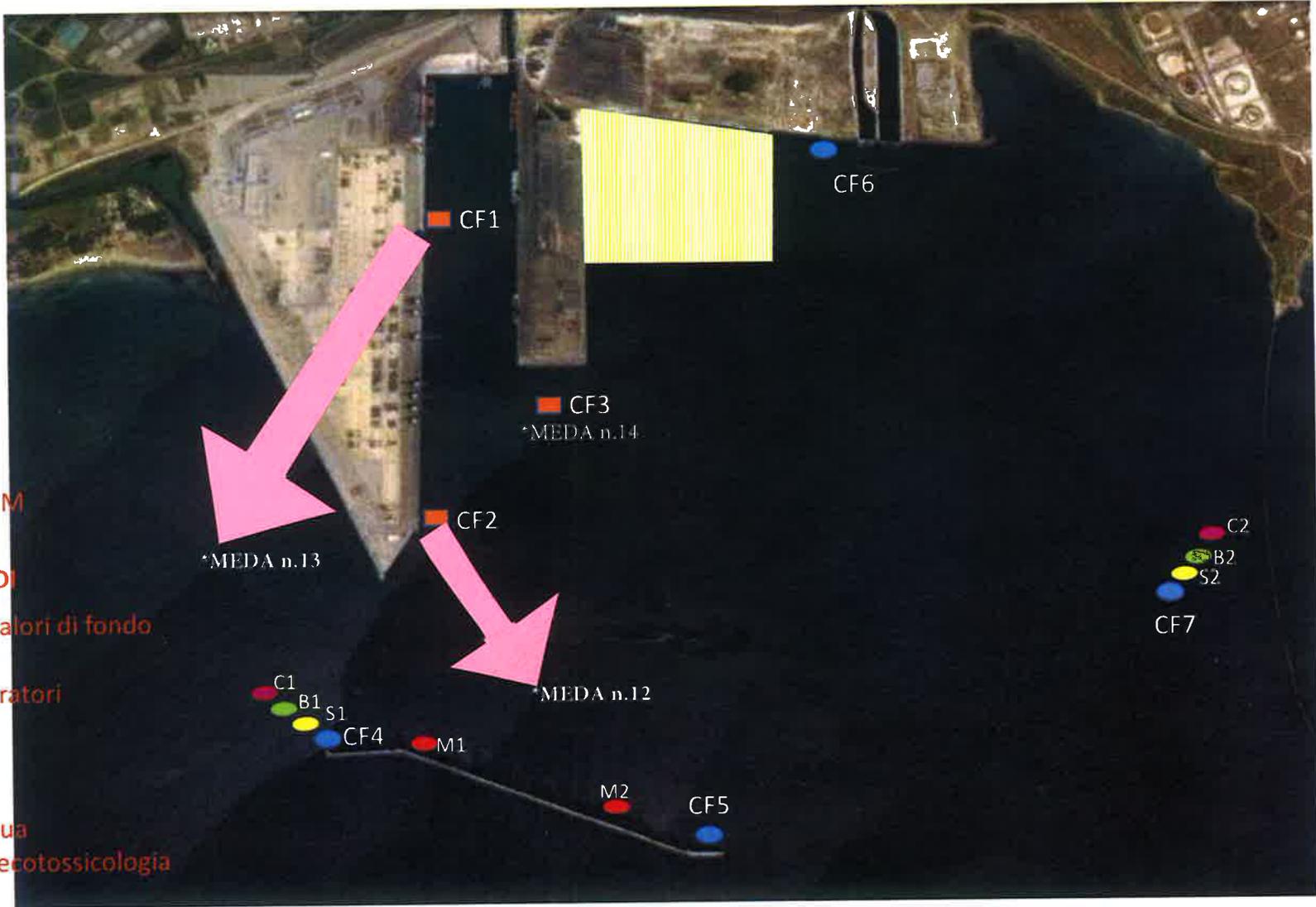
L'attività di monitoraggio e le misure di mitigazione previsti dal progetto per il controllo della presenza in mare di mammiferi marini o di tartarughe marine sarà predisposta per il controllo dello specchio acqueo antistante le opere di progetto della Committente, in accordo con le necessità operative del cantiere prevedendo la definizione delle EZ (Exclusion Zone – aree ritenute pericolose per il transito dei cetacei) e l'applicazione delle relative misure di mitigazione, provvedendo all'occorrenza alla sospensione dei lavori fino all'allontanamento degli animali.

Punto 5) Gestione delle acque di uscita dalla colmata

Tutte le informazioni richieste sono contenute all'interno del Progetto di Dettaglio redatto da Astaldi e trasmesso con propria nota del 23.4.2021 prot. n. 2426, al Committente ed alla Direzione Lavori. Nel progetto è illustrato l'impianto di trattamento delle acque in esubero dalla vasca di colmata, predisposto secondo le specifiche di PE.

Con riguardo ai limiti da adottare per lo scarico delle acque di esubero, nonché alle modalità di monitoraggio delle acque in esubero, non vi sono modifiche rispetto a quanto già previsto nel Piano di Monitoraggio. Il sistema di trattamento delle acque di dragaggio realizzato a ridosso della scogliera del V Sporgente, dovrà garantire che le acque in uscita dalla cassa di colmata rispettino i valori soglia approvati per lo scarico in prossimità lungo la costa. Nel caso in esame, il valore soglia di riferimento corrisponde a quello previsto per la sonda CF6 è pari a circa 300NTU; analogamente saranno monitorati, attraverso i prelievi specifici nel pozzetto fiscale, i valori dei parametri di cui alla nota Arpa del 21.4.2021 prot. n. 0027622.

Parimenti a quanto già avviene per le attività di monitoraggio attualmente in corso riguardanti sia la componente ambientale marina sia la componente ambientale aria e rumore, le attività relative al monitoraggio delle acque in uscita dalla vasca di colmata saranno implementate nel portale www.prismagis.it al fine di consentirne la rapida consultazione da parte di Arpa, con emissione di mail di pre-alert ed allarme nel caso di raggiungimento dei valori prefissati.



- Stazione fissa PMA RCM (già installata)
- Stazione PMA ASTALDI
- Punto di prelievo per valori di fondo
- Stazione Fissa
- Stazione organismi Filtratori
- Stazione Sedimenti
- Stazione Benthos
- Correntometro
- Prelievo colonna d'acqua
- * Con microbiologia e ecotossicologia



Jonian Dolphin Conservation
Environmental Protection

PROTOCOLLO

Marine Mammals and Turtles

Visual Survey

Monitoraggio ed applicazione delle misure di mitigazione per il controllo della presenza in mare di mammiferi marini e tartarughe nell'ambito degli interventi per il dragaggio di 2,3 M m³ di sedimenti in area molo Polisettoriale e per la realizzazione di un primo lotto della Cassa di colmata funzionale all'ampliamento del V sporgente del Porto di Taranto.



PROTOCOLLO

Marine Mammals and Turtles Visual Survey

Monitoraggio ed applicazione delle misure di mitigazione per il controllo della presenza in mare di mammiferi marini e tartarughe nell'ambito degli interventi per il dragaggio di 2,3 Mm³ di sedimenti in area molo Polisettoriale e per la realizzazione di un primo lotto della Cassa di colmata funzionale all'ampliamento del V sporgente del Porto di Taranto.

1. PREMESSA

1.1 - Scopo del protocollo

1.2 - Interventi per il dragaggio di 2,3 M m³ di sedimenti in area molo polisettoriale per la realizzazione di un primo lotto della cassa di colmata funzionale all'ampliamento del V sporgente del porto di Taranto".

1.2.1. Mezzi impiegati.

1.2.2. Cassa di colmata.

2. LINEE GUIDA

2.1 - I cetacei del Golfo di Taranto

2.1.1 - Aspetti normativi sui cetacei nei Mari Italiani

2.2 - Impatti sui cetacei

2.2.1 - Livelli sonori critici;

2.2.2 - Rischi di collisione;

2.2.3 - Torbidità;

2.2.4 - Tossine ed inquinanti.

2.3 - Tartarughe del Golfo di Taranto

2.4 - Impatti sulle tartarughe marine

3. PROCEDURE DI APPLICAZIONE

3.1 - Predisposizione del gruppo dei M.M.O.

3.2 - Piano di monitoraggio durante le operazioni di dragaggio

3.4 - Piano di monitoraggio post operam

3.5 - Variazioni del protocollo standard

3.6 - Conclusioni

4. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

1. PREMESSA

Le connessioni portuali stanno dimostrando, sempre più, la loro rilevante funzione nei processi di sviluppo economico in settori diversificati come quello turistico (nel caso del turismo crocieristico), agricolo e manifatturiero. Già da qualche anno sia a livello nazionale che regionale, si è evidenziata l'importanza del sistema portuale quale volano per lo sviluppo locale. La Regione Puglia, nel 2005, ha individuato, infatti, attraverso il Piano Regionale dei Trasporti, la necessità della costruzione del sistema portuale pugliese quale uno degli elementi fondamentali per la crescita della competitività territoriale, lo sviluppo economico, l'incremento dell'occupazione e il riequilibrio modale del sistema dei trasporti. In questo contesto, tra i porti pugliesi, quello di Taranto ha assunto il ruolo principale nel traffico container principalmente sulle rotte dell'Est Asiatico. L'economia tarantina, caratterizzata dai grandi insediamenti industriali (Arsenale Militare, Centro Siderurgico), ha subito un notevole ritardo nell'interazione e nella ricerca della compatibilità con il tessuto sociale locale (Ivona 2010). Tuttavia l'urbanizzazione costiera e l'espansione dei porti per ospitare i crescenti livelli di navigazione richiedono opere di dragaggio per modificare la linea di costa e il fondo del mare (Pirotta et al., 2013) attraverso la rimozione di sedimenti dal fondo di un mare, fiume o lago e il loro deposito in una cassa di colmata. L'impatto che il dragaggio ha sulla vita marina, compresi i mammiferi marini e tartarughe marine esiste, ma gli effetti sono in gran parte sconosciuti (Todd et al., 2015). A tal proposito, secondo il Decreto di Compatibilità Ambientale DM 80/2014, sulla base del Piano di Monitoraggio, parte integrante del Progetto Esecutivo, in relazione ai dati disponibili in letteratura e sulla base del Principio di Precauzione, si ritiene necessario redigere un protocollo utile a sviluppare un piano di monitoraggio per mammiferi marini e tartarughe marine osservate nello specchio acqueo antistante le opere di progetto e relative strategie di mitigazione che provvedano all'occorrenza alla sospensione dei lavori fino all'allontanamento degli animali.

1.1 Scopo del protocollo.

Scopo del presente documento è quello di fornire il protocollo per la gestione dell'impatto sui mammiferi marini e tartarughe generato dalle attività di dragaggio dei fondali della Darsena Polisettoriale del porto di Taranto e della realizzazione di una cassa di colmata nell'area di ampliamento del V sporgente del porto di Taranto, atta a contenere i sedimenti dragati in osservanza del Decreto di Compatibilità Ambientale DM 80/2014. Per consentire il raggiungimento del suddetto obiettivo, esso fornisce le indicazioni delle misure da adottare preliminarmente ed in corso d'opera per evitare disturbo ai Cetacei e Tartarughe e stabilisce, in osservanza alle prescrizioni *de quo*, il protocollo specifico per:

- accertare visivamente la presenza di animali acquatici (Cetacei e Tartarughe in particolare) entro un raggio predefinito intorno all'area delle lavorazioni;
- dare avvio allo svolgimento delle operazioni qualora non venga segnalata la presenza di Cetacei e/o Tartarughe.

Tutte le operazioni sopra descritte saranno effettuate da esperti qualificati come Marine Mammals Observers (MMO), appartenenti all'apposita sezione della Jonian Dolphin Conservation, che produrranno una relazione specifica sull'argomento che sarà trasmessa per la verifica di ottemperanza all'ente di controllo. Le specifiche indicazioni sulle

metodologie applicate, volte a garantire il raggiungimento dell'obiettivo di protezione dei Cetacei vengono dettagliate più avanti, nei capitoli e paragrafi di pertinenza.

1.2 Intervento per il dragaggio di 2,3 Mm³ di sedimenti in area molo polisettoriale.

L'intervento prevede il dragaggio meccanico, di 2,3 Mm³ di sedimenti in area molo polisettoriale per la realizzazione di un primo lotto della cassa di colmata funzionale all'ampliamento del V sporgente del porto di Taranto. L'obiettivo del progetto è quello di raggiungere una profondità di -16.50m s.l.m., consentendo l'attracco di porta container fino a 18.000 TEUS e pescaggio fino a 16 m, rispetto a quelle attuali da 8.000 TEUS. Come viene descritto nella relazione di PE (cfr. Piano di Dragaggio e Sistema di refluento in cassa di Colmata – PEGENDR0000RE01B), la geomorfologia del fondale da dragare è caratterizzata da due principali tipologie di materiale: una di tipo fangosa costituente circa il 60% del materiale e una di tipo argillosa con caratteristiche di coesione e resistenza al taglio variabili.

L'attività di scavo proposta è orientata all'utilizzo di un sistema dragante con l'utilizzo di "Grab Dredger autopropulse", per lo scavo del materiale meno coeso, e l'uso di "Backhoe Dredger" per la parte di materiale argilloso con grandi coefficienti di resistenza al taglio e schiacciamento.

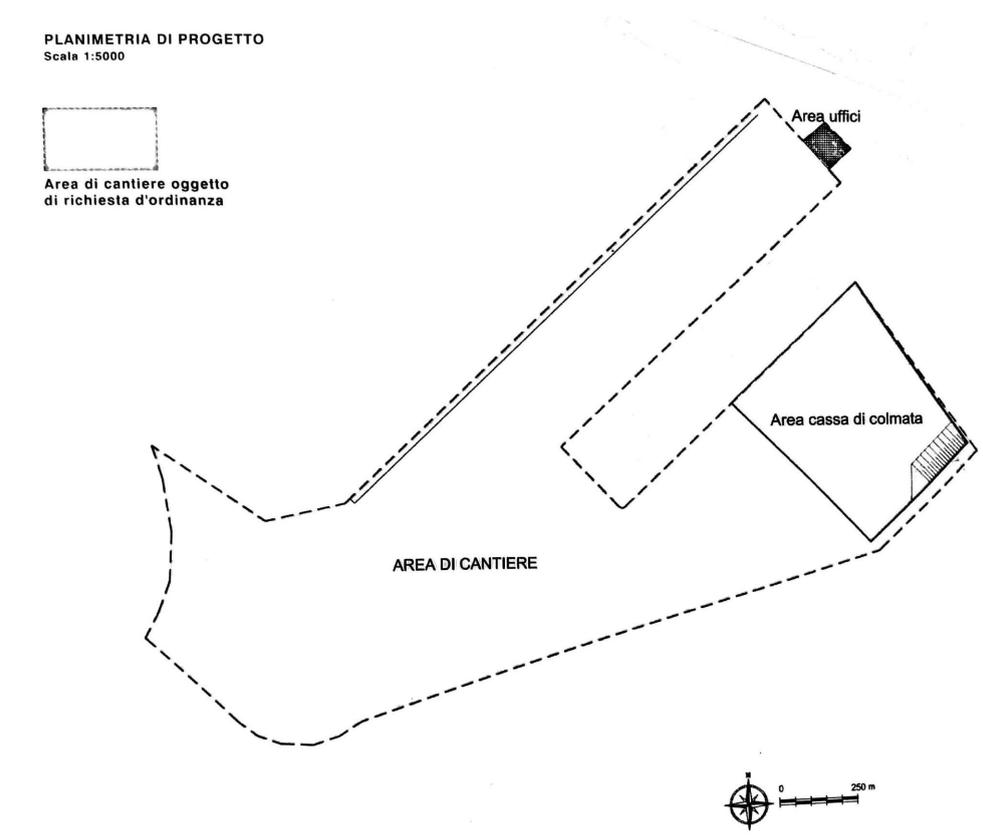


Fig.1 - Area di Cantiere

1.2.1 Mezzi impiegati.

A fronte del volume di materiale da dragare e in considerazione delle tempistiche di progetto, i mezzi marittimi impiegati nelle attività di dragaggio sono i seguenti:

- Motonave "SAN LUCA PRIMO"
- Motonave "ADRIATICO"
- Motopontone "PATER SARDUS"
- Backhoe(Retroscavatore) "AVE CESEAR"
- Backhoe (Retroscavatore) "MAGNUS"
- Split Hopper Barge (Chiatta trainata) "SAN PAOLO"
- Split Hopper Barge (Chiatta trainata) "SAN CARLO"
- Split Hopper Barge (Chiatta trainata) "SAULUS"

Le attività di dragaggio, e più in generale la movimentazione di tutti i mezzi nautici impegnati nelle attività di cantiere, seppur suddivise in 2 fasi, dovranno garantire la contemporanea operatività delle banchine portuali in entrata ed uscita evidenziando le criticità dirette causate dai rischi di collisioni con cetacei (Laist et al., 2001; Jensen e Silber,2003; van Waerebeek et al.,2007;Neilson et al.,2012) e dal rumore antropogenico (Croll et al.,2001;Gerstein et al.,2006; Southall et al.,2007;Weilgart et al.,2007; OSPAR,2009; Popovet al.,2011; Thomsen et al., 2011; Di Iorio e Clark, 2012) ampiamente descritti nel capitolo "Linee guida".

1.2.2 Cassa di colmata.

La cassa di Colmata costruita in adiacenza al 5° Sporgente, è stata realizzata con un sistema speciale di parete combinata la cui successiva sigillatura dei giunti, insieme alla formazione di un diaframma plastico lato terra ed alla presenza di argille consolidate sul fondo garantiscono l'impermeabilità nei valori previsti dalla normativa vigente. Due lati del perimetro sono costituiti dalle pre-esistenti strutture quali il molo del V Sporgente e il terrapieno dell'ex cantiere Beelli, opportunamente impermeabilizzate per garantire le prescrizioni progettuali, mentre due lati sono formati da una parete combinata con sommità a +2,00m s.l.m., con un fondale antistante il palancoato mediamente tra -6.00 e -8.50m s.l.m., caratteristica che consente l'avvicinamento delle draghe in fase di scarico. All'interno della cassa di colmata saranno refluiti i sedimenti dragati non pericolosi all'origine o resi tali a seguito di trattamenti finalizzati esclusivamente alla rimozione degli inquinanti.

Le acque in uscita dalla cassa di colmata dovranno rispettare i limiti della Tabella 3 dell'Allegato 5 del DLgs 152/2006, previsti per lo scarico di acque reflue industriali in acque superficiali (pari a 80 mg/l per il parametro Solidi Sospesi). Esse saranno allontanate dalla cassa di colmata mediante un apposito sistema di trasporto e trattamento realizzato a ridosso della scogliera del V sporgente.

Terminate le attività di cantiere, la cassa di colmata diventerà, secondo le previsioni del PRP (Piano Regolatore Portuale) un piazzale portuale con finalità di stoccaggio e movimentazione container (tipo il Molo Polisettoriale).

2. LINEE GUIDA

2.1 I cetacei del Golfo di Taranto.

Il Golfo di Taranto nel Mar Ionio settentrionale (Mar Mediterraneo centrale) copre un'area di circa 14.000 km², da Santa Maria di Leuca a Punta Alice mostrando una topografia molto complessa (Carlucci et al., 2017). Il settore occidentale presenta una stretta piattaforma continentale con un ripido pendio caratterizzato da diversi canali (Harris & Whiteway 2011). Il settore orientale è caratterizzato da terrazze discendenti verso la "Valle Taranto", un canyon sottomarino che corre in direzione NW-SE senza un chiaro collegamento batimetrico con un grande sistema fluviale (Capezzuto et al., 2010) (Fig.2).

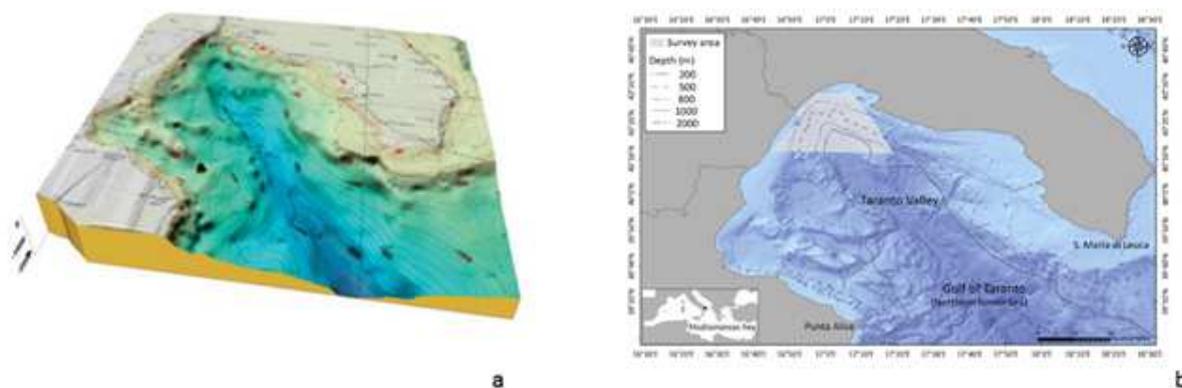


Fig.2 – Taranto Valley (a); Area di ricerca nel Golfo di Taranto e Taranto Valley (b).

Questa singolare morfologia dei fondali unitamente alla complessa movimentazione delle masse d'acqua che essa causa, per la formazione di correnti di risalita che provocano un incremento della produzione primaria (De Lazzari et al. 1999; Manca et al. 2006), rendono il Golfo di Taranto un "hot spot" di biodiversità consentendo la presenza di numerose specie di mammiferi marini.

A livello ecologico i mammiferi marini rappresentano taxa focali nella rete alimentare marina e specie altamente sensibili agli impatti antropici (Azzellino et al., 2014). Infatti essi vengono considerati dalla comunità scientifica come specie chiave per sviluppare indicatori efficaci per il raggiungimento del buono stato ambientale (GES) per gli ecosistemi marini dell'UE secondo la Direttiva Quadro sulla Strategia Marina (MSFD). Di conseguenza la raccolta di informazioni sulla loro distribuzione spaziale, l'estensione degli habitat critici e la loro sovrapposizione con le attività umane potrebbe giocare un ruolo essenziale per la loro conservazione, (Parra et al., 2006) e per l'intero ecosistema marino del Golfo di Taranto.

L'ordine Cetacea comprende più di 75 specie di balene, delfini e focene che vivono negli habitat più disparati (Donovan, 2005) nei mari e negli oceani di tutto il mondo. Tra queste, sono presenti nel Mediterraneo, con forti differenze di abbondanza, circa ventiquattro specie (IUCN, 2006). Di queste solo otto sono considerate regolarmente presenti: la Balenottera comune (*Balaenoptera physalus*), il Capodoglio (*Physeter catodon*), lo Zifio (*Ziphius cavirostris*), il Globicefalo (*Globicephala melas*), il Grampo (*Grampus griseus*), il Tursiopo (*Tursiops truncatus*), la Stenella striata (*Stenella coeruleoalba*), il Delfino comune (*Delphinus delphis*). Tra le specie meno frequenti ritroviamo la Balenottera minore (*Balaenoptera*

acutorostrata), l'Orca (*Orcinus orca*), la Pseudorca (*Pseudorca crassidens*), lo Steno (*Steno bredanensis*) e la Focena (*Phocena phocena* - limitatamente al Mar Egeo settentrionale).

Le specie di Cetacei presenti nel Golfo di Taranto sono: la Stenella striata (*Stenella coeruleoalba*), presente tutto l'anno, il Tursiope (*Tursiops truncatus*) presente tutto l'anno con maggiore abbondanza estiva (Carlucci R. et al., 2016), (Carlucci R. et al., 2017), (Carlucci R. et al., 2018), (Santacesaria et al., 2019), il Grampo (*Grampus griseus*) presente stagionalmente ed occasionalmente (Carlucci R. et al., 2020), la Balenottera comune (*Balaenoptera physalus*) (Fanizza 2014), presente stagionalmente il Capodoglio (*Physeter macrocephalus*) (Di Matteo 2011), presente occasionalmente ed il Delfino comune (*Delphinus delphis*) (Carlucci R. et al., 2017), (Fanizza 2014). Segnalazioni indirette di avvistamenti e di spiaggiamenti confermano la presenza nell'area anche dello Zifio (*Ziphius cavirostris*) (Carlucci R. et al., 2020). Tuttavia le considerazioni prodotte dalle ricerche evidenziano che all'interno del Mar Grande e nelle aree limitrofe ai lavori di dragaggio è occasionalmente presente solo la specie *Tursiops truncatus* (Santacesaria et al., 2019). A tal proposito in osservanza del Principio 15 della dichiarazione di Rio o Principio di Precauzione, della Direttiva Habitat 92/43/CEE " e della Direttiva Europea sulla Strategia Marina (MSFD 2008/56/EC), si ritiene necessario redigere un protocollo utile a sviluppare un piano di monitoraggio e relative strategie di mitigazione per mammiferi marini e tartarughe marine osservate nello specchio acqueo antistante le opere di progetto che provvedano, qualora si verificasse la necessità, alla sospensione dei lavori fino all'allontanamento degli animali.

2.1.1 Aspetti normativi sui cetacei nei Mari Italiani

Le specie di Mammiferi Marini presenti nel Golfo di Taranto sono incluse nelle liste di protezione CITES. In particolare, due specie (*Balaenoptera physalus* e *Physeter catodon*) sono incluse nell'Appendice I delle liste CITES, riservata alle specie più a rischio di estinzione e che necessitano di massima protezione. Le altre specie di Cetacei presenti nel Golfo di Taranto sono incluse nell'Appendice II delle liste CITES e, seppure non presentino rischio imminente di estinzione, necessitano di essere tutelate.

A tal proposito, sono state previste delle normative sulla protezione dei Mammiferi Marini:

- 1975 Convenzione internazionale di Washington sul commercio internazionale di specie minacciate di flora e fauna - CITES
- 1981 Convenzione relativa alla conservazione della vita selvatica e dell'ambiente naturale d'Europa - Convenzione di Berna
- 1983 Convenzione sulla conservazione delle specie migratorie appartenenti alla fauna selvatica - Convenzione di Bonn
- 1996 Direttiva relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche -Direttiva del Consiglio Europeo "Habitat"
- 1999 Protocollo relativo alle Zone Particolarmente Protette e alla Diversità Biologica nel Mediterraneo della Convenzione di Barcellona - Protocollo ASPIM
- 2001 Accordo relativo alla creazione nel Mediterraneo di un santuario per i mammiferi marini – Pelagos
- 2004 Regolamento CE 812/2004 che stabilisce misure relative alla cattura accidentale di cetacei nell'ambito della pesca

- 2005 Accordo regionale per la conservazione dei cetacei del Mediterraneo e del Mar Nero (ACCOBAMS)
- 2006 Regolamento CE 1967/2006 del Consiglio del 21.12.2006 relativo alle misure di gestione per lo sfruttamento sostenibile delle risorse della pesca nel Mar Mediterraneo

In base alle normative, possiamo trovare le specie di Mammiferi Marini così riferite:

Riferimento normativo		L. 150, 7.02.1992 L. 59, 13.03.1993 D.L. 275, 18.05.2001	L. 503, 5.10.81	L. 42/83		Dir. 92/43 CEE, 21.05.92 DPR 357, 8.11.97	L. 175, 27.05.99	L. 27/2005	Reg. CE 812/2004	Reg. CE 1967/2006	D.M. 3.05.89	L. 157, 11.02.92- art.2	L. 157, 11.02.92 – art.3
Appendici convenzioni internazionali e direttive comunitarie		CITES App. 1	CITES App. 2	BERNA App. 2	BONN app. 1	BONN app.2	92/43 CEE Ali. D	ASPIM Ali. 2	Accobams	Art. 3			
Specie	Nome comune												
<i>Balaenoptera physalus</i>	Balenottera comune	•A		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Delphinus delphis</i>	Delfino comune		•A	•		•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Globicephala melas</i>	Globicefalo		•A	•		•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Grampus griseus</i>	Grampo		•A	•		•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Physeter catodon</i>	Capodoglio	•A		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Stenella coeruleoalba</i>	Stenella striata		•A	•		•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Tursiops truncatus</i>	Tursiope		•A	•		•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Ziphius cavirostris</i>	Zifio		•A	•		•	•	•	•	•	•	•	•

Tabella 1 - Riferimento normativo

Questa classificazione consente di redigere delle misure per la tutela di queste specie, secondo la normativa di riferimento.

Strumenti normativi	CITES App. 1	BERNA App. 2 L. 157/92	BONN App. 1 BONN App. 2	DM 3.05.89	DIR. 92/43 "HABITAT"	ASPIM	ACCOBAMS	REG. 812/2004	REG. 1967/2006
Misure previste									
Divieto uccisione/pesca	•	•	•	•	•	•	•		•
Divieto cattura / detenzione / trasporto	•	•	•	•	•	•	•		•
Divieto commercio	•	•	•	•	•	•			
Divieto molestia/disturbo		•			•	•			
Divieto distruzione siti		•			•	•			
Deroghe ai divieti	•	•			•				•

Tabella 2 - Strumenti normativi

Nell'ambito delle normative dell'ACCOBAMS per l'implementazione di misure di compensazione delle attività umane in mare e la conservazione dei cetacei, sono state stilate delle linee guida per affrontare gli impatti di origine antropica sui cetacei dell'Area ACCOBAMS. Particolare attenzione è stata rivolta anche all'attività di costruzione e modifica dell'area costiera e offshore, facendo riferimento soprattutto all'impatto acustico generato da battipali e martelli pneumatici (ACCOBAMS-MOP7/2019/Doc38/Annex15/Res.7.13).

2.2 Impatto sui cetacei

Attraverso lo studio della letteratura disponibile, è stato possibile inquadrare i principali impatti che tali attività potrebbero avere sulla popolazione di mammiferi marini presenti nell'area di lavoro.

2.2.1 Livelli critici sonori.

In ambiente acquatico la propagazione del suono può raggiungere la velocità massima di 1500 m/s. Di conseguenza gli animali marini si sono evoluti sviluppando un'ampia gamma di recettori sensibili al suono. Nello specifico, gli invertebrati marini, pesci o rettili hanno la capacità di percepire suoni a frequenze relativamente basse (generalmente sotto i 5 kHz), mentre i cetacei possono udire suoni anche ad alte frequenze (fino a 200 kHz) (Duarte et al. 2021). Sfruttando questa caratteristica fisica dell'ambiente i Cetacei in particolare gli Odontoceti (delfini, orche, capodoglio) e Mysticeti (balene) hanno sviluppato specifici adattamenti per utilizzare il suono come strumento di comunicazione su grandi distanze nonché di visione subacquea alternativa (Bradley et al., 2008) tramite l'ecolocalizzazione. Tuttavia i loro segnali sonori si integrano al rumore naturale dell'ambiente formando un insieme acustico complesso (Urlick, 1983) al quale contribuisce sempre più anche l'uomo con una forma di inquinamento, quello acustico, che ha profondi impatti sulla loro vita (Richardson et al., 1995). Infatti, secondo MacGillivray et al., 2014 le principali fonti di rumore antropico nell'oceano sono sorgenti puntuali di alta potenza come sonar navali, esercitazioni militari, esplosioni per demolire strutture offshore, brillamento di ordigni bellici, *airgun* usati nelle prospezioni geosismiche, che possono essere letali a breve distanza, sorgenti più o meno discontinue come la costruzione di opere offshore e sulla costa, ed emissioni costanti e diffuse, con il traffico navale, gli impianti industriali offshore, che, seppur non immediatamente letali, possono avere un impatto significativo sul comportamento e sul benessere dei singoli individui e conseguentemente un impatto negativo a livello di popolazione (*Tabella 3*).

Type	Model	Frequency (kHz)	Beam width (-3 dB)	Beam orientation	level (rms dB re 1 μ Pa @ 1 m)	Rep. rate (/sec)	Pulse length (ms)
<i>Low-frequency (<10 kHz)</i>							
Airgun array	Bolt 4 \times 40 in ³	0.005-2 (pulse)	n/a	n/a	229 ^b	0.1	100
Sub-bottom profiler	EdgeTech DW-106	1-6 (chirp)	28°-36° circular	vertical	200	15	33
<i>Mid-frequency (10 to 100 kHz)</i>							
Communications transceiver	Simrad HiPAP 500 USBL	23	10° circular	2° from horizontal ^a	206	1	1000
Fish finding sonar	Simrad SX90	26	7° circular	2° from horizontal ^a	215	1	72
Hydrographic echosounder	Simrad EA500	38	7° circular	vertical	232	0.5	0.1
<i>High-frequency (>100 kHz)</i>							
Multibeam echosounder	Simrad EM2000	200	150° \times 1.5° rectangular	vertical	218	10	0.2
Side-scan sonar	EdgeTech 4500DF	230	50° \times 0.15° rectangular	30° from horizontal	229	10	20

^aSonars with steerable beams were oriented toward the horizontal.

^bMaximum source level in horizontal plane.

Tabella 3 - Fonti di rumore antropico classificati in base alla frequenza.

Lo sviluppo di una economia basata sull'utilizzo delle risorse marine porterà inevitabilmente ad un aumento della produzione del rumore contribuendo in maniera negativa ad aumentare gli impatti sugli ecosistemi marini (Duarte et al. 2021), (Fig.3).

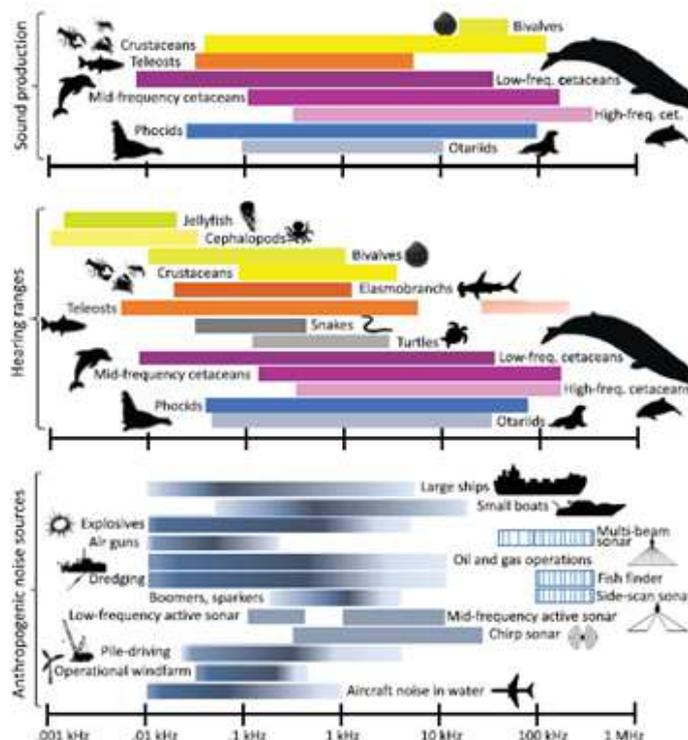


Fig.3 - Capacità uditiva dei differenti organismi marini e fonti antropiche di rumore. La figura è stata modificata da Duarte et al. (2021) che a loro volta l'hanno elaborata sulla base di differenti studi scientifici.

Per questo motivo nell'ultimo decennio sono emerse serie preoccupazioni riguardo agli effetti di che il rumore antropico può avere sui mammiferi marini, quali principali utilizzatori del suono nell'oceano (Richardson et al., 1995). L'eccessiva esposizione al rumore può indurre una varietà di conseguenze comportamentali e fisiologiche avverse, compresi mascheramento, alterazione temporanea o permanente della sensibilità uditiva (Mooney et al., 2009) che costituiscono una minaccia per i singoli animali o le loro popolazioni (Richardson et al., 1995) (Fig.4).



Fig. 4 – Conseguenze del rumore antropico sui cetacei in relazione alla distanza dalla sorgente.

Gli animali esposti ad un suono sufficientemente intenso mostrano un aumento della soglia uditiva (cioè una minore sensibilità) per un certo periodo di tempo dopo l'esposizione; questo è chiamato spostamento della soglia indotta dal rumore (TS). I fattori che influenzano la quantità di TS includono diversi parametri fra cui l'ampiezza, la frequenza e la durata dell'esposizione al rumore. L'entità del TS normalmente diminuisce nel tempo dopo la cessazione dell'esposizione al rumore (Fig.5).

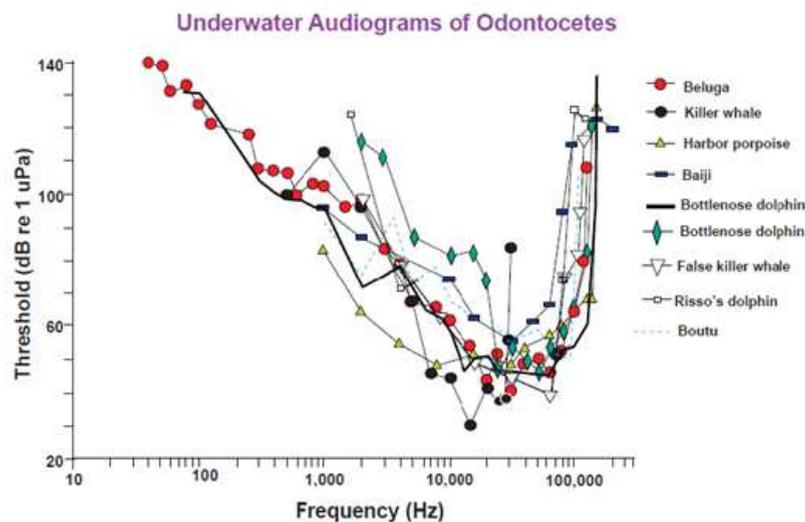


Fig. 5 - Audiogrammi di varie specie di mammiferi marini che illustrano la sensibilità uditiva (soglia) in funzione della frequenza del suono. I punti più bassi sul grafico illustrano una maggiore sensibilità (cioè, l'animale testato potrebbe rilevare suoni di livello inferiore alla frequenza corrispondente) (Wartzok e Ketten, 1999).

Se il TS alla fine ritorna a zero (cioè, la soglia ritorna al valore pre-esposizione), si parla di TTS (*Temporary Threshold Shift*) e quindi di un danno temporaneo. Se la TS non ritorna a zero dopo un intervallo relativamente lungo (dell'ordine di settimane), la TS residua è chiamata spostamento permanente della soglia indotta dal rumore PTS (*Permanent Threshold Shift*). Le alterazioni temporanee della soglia TTS sono generalmente considerati innocui in quanto dimostrano il pieno recupero delle capacità uditive (Mooney et al., 2009). Le alterazioni permanenti della soglia si verificano invece quando le capacità uditive non ritornano ai livelli di base. Questi cambiamenti sono indicati come spostamenti permanenti della soglia PTS e sono indicativi di un danno all'udito. Questi spostamenti di soglia uditiva sono stati dimostrati anche nei vertebrati tra cui pesci, rettili, uccelli (Ward et al., 1958; Saunders e Dooling, 1974; Popper e Clarke, 1976; Mulroy, 1986).

A tal proposito la Conferenza delle Nazioni Unite sull'Ambiente e lo Sviluppo (UNCED) di Rio de Janeiro del 1992 ha ratificato una serie di principi sulla responsabilità ed i diritti delle nazioni aderenti, al fine di rendere più sostenibili le pressioni antropiche esercitate sull'ambiente. Nello specifico l'inquinamento acustico marino rappresenta una pressione antropica emergente che sta fortunatamente diventando l'oggetto di studi e di regolamentazione a livello internazionale e locale. Infatti, dopo essere stato preso in considerazione da Enti e organizzazioni di varia natura (IWC, ICES, IMO, ACCOBAMS, ASCOBANS) che hanno proposto linee guida di vario tipo per la riduzione del rumore subacqueo e la mitigazione dei relativi effetti, in particolare da sonar e prospezioni geosismiche, ora il problema del rumore è riconosciuto strategico a livello comunitario con l'istituzione della Direttiva Europea sulla Strategia Marina (MSFD 2008/56/EC). Entrando nello specifico negli ultimi anni, il potenziale impatto dei suoni subacquei associati alle operazioni di dragaggio è stato oggetto di un crescente esame da parte delle agenzie di regolamentazione (Reine et al., 2014). In questo contesto si inserisce l'Organizzazione Mondiale delle Associazioni di Dragaggio (WODA), che nel 2011 ha fondato un gruppo di lavoro specializzato sul suono subacqueo (WGUS) inerenti alle operazioni di dragaggio (CEDA 2011). Studi bibliografici e dati esistenti indicano che i livelli delle sorgenti associate alle operazioni di dragaggio sono generalmente paragonabili a quelli delle navi mercantili, con l'eccezione dei livelli elevati di rumore generati dall'estrazione della ghiaia (de Jong et al. 2010; Robinson et al. 2011; Reine et al. 2012a, b). Qualora il rumore prodotto durante le operazioni di dragaggio coincida con gli intervalli di udito dei mammiferi marini, esso ha il potenziale di influenzare gli individui e le popolazioni di presenti nell'area in quel momento. Analizzando la sovrapposizione tra i rumori di dragaggio con la sensibilità uditiva dei mammiferi marini indicata nel lavoro pubblicato da Southall et al., (2009), si può presumere che tutti i mammiferi marini siano soggetti agli impatti del rumore da dragaggio (Todd et al., 2015). Tuttavia i livelli di pressione sonora (SPL) possono variare ampiamente, per esempio, con il tipo di draga, la fase operativa o le condizioni ambientali. La WGUS evidenzia come draghe ben tenute sono molto meno "rumorose", pertanto suggerisce come misure di mitigazione del rumore un'adeguata manutenzione dell'impianto di dragaggio, compresa la lubrificazione e la riparazione di organi, generatori, componenti di propulsione e altre potenziali fonti. In base alle informazioni disponibili in letteratura i livelli sonori a cui sono esposti i mammiferi marini sono di solito al di sotto delle soglie di lesione sospette o PTS (vedi Southall et al., 2009); tuttavia, non si può escludere la TTS se i mammiferi marini sono esposti al rumore per periodi prolungati (vedi Kastelein et al., 2012). In conclusione la maggior parte degli effetti riguarda reazioni comportamentali a breve, forse a medio termine.

La perdita temporanea dell'udito è possibile se i ricevitori rimangono per periodi prolungati vicino alla draga, ma è improbabile una lesione uditiva.

2.2.2 Rischio di collisioni

Con l'evolversi della tecnologia delle navi, a partire dal 1800 cominciarono a comparire anche i primi rapporti di incidenti tra navi e mammiferi marini (Allen 1916; Schmitt 1976, 1979). Infatti la letteratura esistente indica come gli incidenti fatali tra imbarcazioni e mammiferi marini si sono verificati per la prima volta alla fine del 1800, quando le navi hanno iniziato a raggiungere velocità di 13-15 nodi. Questo tipo di incidenti sono rimasti costanti fino al 1950 circa, per poi aumentare durante gli anni 1950-1970 con l'aumento sia del numero che della velocità delle imbarcazioni (Laist et al., 2001).

La bibliografia riguardo le collisioni tra mammiferi marini e imbarcazioni evidenzia che la probabilità di collisione varia a seconda di una serie di fattori, tra cui, i principali sono il tipo di imbarcazione, la velocità e la specie coinvolta (Van Waerebeek et al, 2007).

1. Tipo di imbarcazioni.

Secondo Laist et al., 2001 le principali imbarcazioni coinvolte in questi incidenti sono:

- navi da whale-watching (compresa una nave ad alta velocità);
- navi da carico (comprese quattro con prua a bulbo);
- traghetti (compresi tre traghetti ad alta velocità);
- navi della Marina;
- navi passeggeri;
- motovedette della Guardia Costiera;
- imbarcazioni private da diporto;
- pescherecci commerciali;
- navi da ricerca;
- barche pilota;
- draghe a tramoggia.

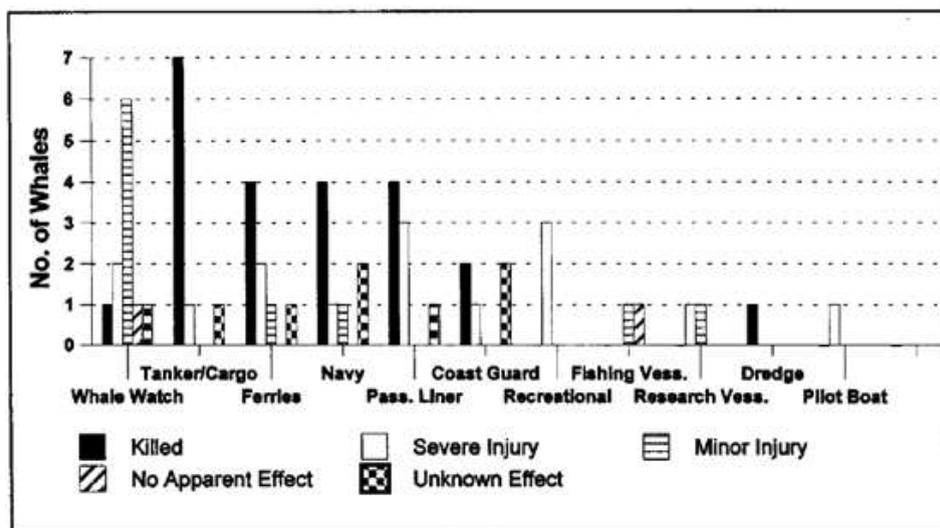


Fig. 6 - Correlazione tra tipo di imbarcazione e ferite ai mammiferi marini.

Dallo studio emerge che la maggior parte delle lesioni letali o gravi sono causate da imbarcazioni di dimensioni uguali o maggiori di 80 m. Tuttavia le evidenze scientifiche mostrano come possono essere coinvolte anche imbarcazioni di piccole dimensioni, come traghetti, motovedette, pescherecci e draghe. In questi casi la variabile da monitorare è la velocità di crociera.

2. Velocità delle imbarcazioni.

Dagli studi è emerso che il rischio di collisione e la probabilità che essa comporti lesioni gravi o letali ai mammiferi marini sono maggiori anche in relazione alla velocità di crociera, evidenziando un aumento di incidenza quando le navi superano i 10-14 nodi (Laist et al., 2001; Vanderlaan e Taggart, 2007; Gende et al., 2011; Neilson et al., 2012; Lammers et al., 2013).

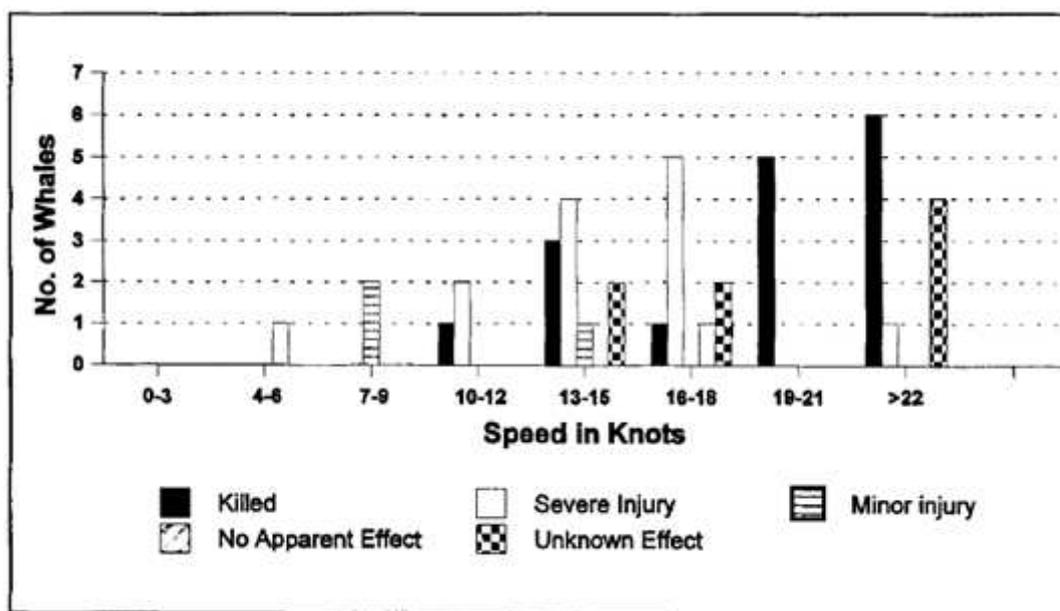


Fig.7 - Gravità delle lesioni ai mammiferi marini colpiti da imbarcazioni che viaggiano a velocità note.

Infatti dagli studi di Laist et al., 2001 emerge che tra le collisioni che hanno causato ferite letali o gravi, l'89% dei casi ha coinvolto navi che navigavano a velocità superiori di 14 nodi. L'11% dei casi ha coinvolto navi che navigavano a velocità comprese tra i 10-14 nodi. Infine non è stato registrato nessun incidente a velocità inferiori a 10 nodi.

3. Specie.

Altro fattore determinante nell'aumento dell'incidenza di tali avvenimenti è la specie, ed in particolare le dimensioni degli individui. Infatti secondo Clement et al., 2017 la specie maggiormente coinvolta in tali incidenti sono le balene, nello specifico la *Balaenoptera physalus*, oltre a balene franche (*Eubalaena glacialis* e *Eubalaena australis*), megattere (*Megaptera novaeangliae*), capodogli (*Physeter catodon*) e le balene grigie (*Eschrichtius robustus*).

Considerando la letteratura esistente sugli impatti delle attività di dragaggio sui mammiferi marini, il rischio di collisione è uno dei principali effetti menzionati nella maggior parte delle fonti.

Entrando nello specifico tutte le fasi del dragaggio prevedono movimento di imbarcazioni, dal transito dal sito di estrazione, dall'area di scarico, al funzionamento della draga stessa. Ciò nonostante secondo Best et al., 2001 è stato documentato solo un caso di collisione tra mammiferi marini ed imbarcazioni durante le operazioni di dragaggio. Il rischio di collisione potrebbe aumentare quando le draghe sono in transito, poiché le velocità possono raggiungere circa 12-16 kn (Brunn et al., 2005). Tuttavia in aree già caratterizzate da un intenso traffico marittimo è poco probabile che il transito di imbarcazioni di dragaggio possa aumentare il rischio di collisione in modo sostanziale (Tillin et al., 2011). Pertanto sulla base delle ricerche bibliografiche e dato che le draghe attive sono stazionarie, o si muovono a velocità di 1-3 kn (Reilly, 1950), è possibile ridurre significativamente il rischio di collisione tra mammiferi marini e draghe attive attuando una buona gestione delle attività.

Un'ulteriore accortezza, può essere quella di limitare le attività di dragaggio, restringendo (se possibile) l'area e il tempo di lavoro, effettuando i dragaggi in aree o periodi non interessati dalla riproduzione dei mammiferi marini, o istituendo delle zone di esclusione per evitare impatti fisici con i cetacei (Jefferson et al., 2009).

2.2.3 Torbidità.

Ormai è ampiamente riconosciuta l'importanza delle comunità bentoniche quali componenti principali per l'avvio delle reti alimentari marine e quindi degli stock ittici sfruttabili commercialmente (Newell 1998) nonché principale fonte di alimentazione per i predatori di vertice. Infatti, il benthos è coinvolto nel flusso di carbonio nei sistemi costieri, e diventa particolarmente importante nelle acque poco profonde dove la produzione di alghe bentoniche (macrofite) e fanerogame sostituisce ampiamente quella derivata dal fitoplancton (Moloney et al. 1986). Le comunità bentoniche giocano quindi un ruolo centrale nel trasferimento di materia dai produttori primari ai livelli più alti della rete alimentare (Newell et al. 1988). La perturbazione del fondale marino attraverso opere di dragaggio, l'estrazione e lo smaltimento dei sedimenti, insieme al dilavamento dei materiali in eccesso, può provocare un aumento della torbidità e la creazione di sospensione. Tale sospensione ha la capacità di estendere l'impatto del dragaggio su aree più grandi che altrimenti rimarrebbero fisicamente inalterate (Hitchcock e Bell, 2004). A tal proposito le popolazioni delle comunità bentoniche sono state ampiamente studiate per gli effetti che possono subire in caso di perturbazioni naturali e/o antropiche. Tali studi includono l'impatto potenziale dei lavori di dragaggio sull'ecologia delle comunità biologiche sia lungo gli argini costieri, sia negli ecosistemi estuarini (Ellis & Hoover 1990, Giesen et al. 1990, Onuf 1994). Gli studi sull'impatto del dragaggio di sabbia sulle comunità marine condotti da Millner et al. 1977, Pagliai et al. 1985, Sips & Waardenburg 1989, van Moorsel & Waardenburg 1990, 1991, e Kenny & Rees 1994, 1996 hanno evidenziato che nella maggior parte dei casi il dragaggio è accompagnato da un calo significativo del numero di specie, della densità di popolazione e della biomassa degli organismi bentonici. Il processo di recupero dopo un disturbo ambientale è generalmente definito come l'instaurazione di una successione ecologica di specie che progredisce verso una comunità simile, per composizione di specie, densità di popolazione e biomassa a quella presente in precedenza (van Moorsel 1994, Kenny & Rees 1996).

Il tasso di recupero è tuttavia altamente variabile a seconda di una serie di fattori tra cui il tipo di comunità che abita i depositi nell'area dragata e nei depositi circostanti, la latitudine e la misura in cui la comunità è naturalmente adattata ad alti livelli di disturbo dei sedimenti e al carico di particolato sospeso (Newell et al. 1988). A tal proposito nel lavoro di Newell et al. 1998 i probabili tassi di ricolonizzazione per la comunità bentonica di fanghi estuarini, sabbie, ghiaie e aree di scogliera sono stati sovrapposti a una successione ecologica generalizzata, che permette di fare alcune previsioni sui tassi di recupero dei depositi dopo il dragaggio.

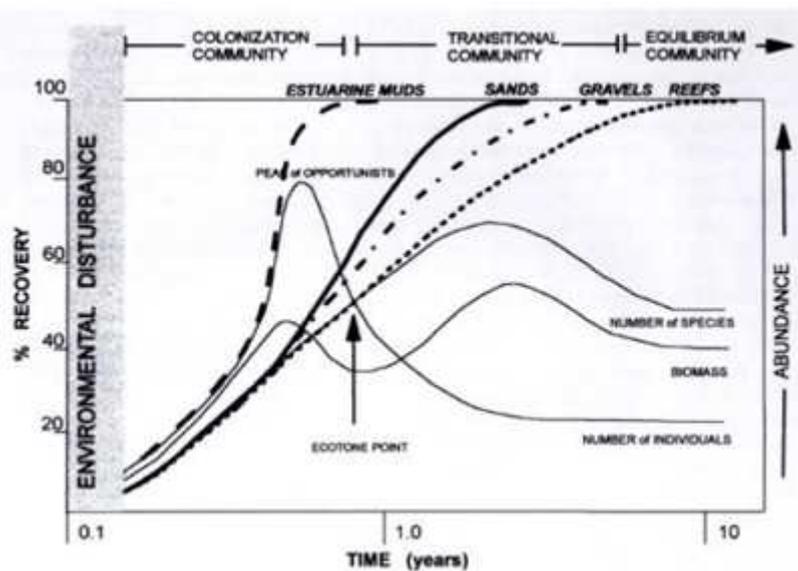


Fig. 8 - Diagramma schematico che mostra i probabili tassi di ricolonizzazione per la comunità bentonica di fanghi estuarini, sabbie e aree di scogliera. Le curve di recupero sono state sovrapposte a una successione ecologica generalizzata e permettono di fare alcune previsioni sui tassi di recupero dei depositi dopo il dragaggio.

Nello specifico, dall'analisi dei tassi di ricolonizzazione riportati in letteratura emerge che è necessario un periodo compreso tra i 2 e i 4 anni nel caso di sedimenti ghiaiosi o sabbiosi. Tempo che può aumentare a più di 5 anni nei depositi più grossolani, comprese le aree di barriera corallina. Tuttavia i fondali dragati possono rappresentare un'importante area per specie colonizzatrici che permettono un recupero più veloce di quello che potrebbe avvenire solo attraverso l'insediamento e la crescita larvale (vedi anche van Moorsel 1993, 1994). Infatti come suggerisce Newell et al. 1988 i fanghi fini che caratterizzano gli argini costieri, gli estuari e le lagune sono soggetti alla colonizzazione da parte di specie opportunistiche r-strategie, che sono capaci di una rapida colonizzazione entro soli pochi mesi. La successione ecologica verso il ripristino della composizione originaria della comunità con specie a crescita lenta, K-strategie e della biomassa può essere raggiunto entro mesi dalla cessazione del dragaggio.

Dinamica della sospensione.

Uno studio di Whiteside et al. 1995 ha dimostrato che la dinamica della sospensione durante il dragaggio di sabbie può essere suddiviso in due fasi:

1. Fase dinamica. È la fase iniziale durante la quale la miscela sedimento-acqua scende rapidamente verso il fondo del mare. Durante il suo passaggio attraverso la colonna d'acqua e dopo l'impatto con il fondo del mare, il sedimento si disperde nell'acqua e forma un pennacchio ben definito.
2. Fase passiva. Questa seconda fase inizia circa 10 minuti dopo il deflusso e si ha la dispersione del sedimento. Durante questa fase il materiale si comporta con una modalità di sedimentazione relativamente semplice secondo la legge di Stokes. Il pennacchio decade sul fondo dopo un periodo di 2-3 ore.

Nella figura 8 vengono riportate le profondità e le distanze dalla draga relative alla concentrazione totale di solidi sospesi nella colonna d'acqua, misurata dal campionamento dell'acqua e dai trasmettitori ottici.

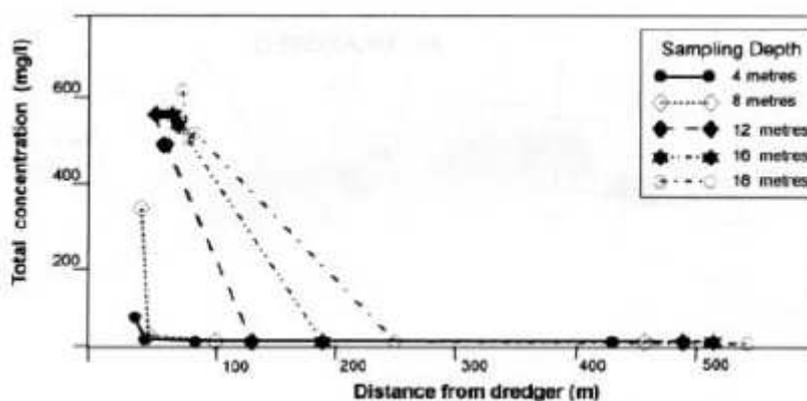


Fig. 9 - La concentrazione totale di solidi sospesi nella colonna d'acqua a diverse profondità e distanze dalla draga misurata tramite campionamento dell'acqua e trasmissometri ottici. (Hitchcock & Drucker 1996).

I valori corrispondenti per il materiale di dimensioni limo (<0,063 mm) sono mostrati in Fig. 9.

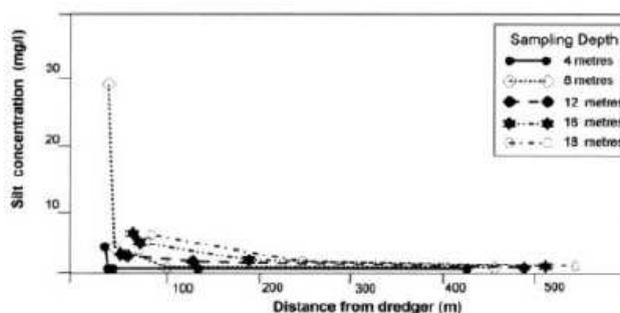


Fig. 10 - La concentrazione di materiale di dimensioni limo (<0,063 mm) nella colonna d'acqua a diverse profondità e distanze dalla draga, misurata dal campionamento dell'acqua e dai trasmettitori ottici. (Hitchcock & Drucker 1996).

Questi dati mostrano che le concentrazioni di materiale sospeso sono ridotte al minimo ad una distanza di 200-500 m dalla zona di prelievo (Whiteside et al. 1995). Pertanto, considerando il lavoro di Hall 1994, secondo cui in acque vicine alla costa, specialmente quelle dove le correnti di marea possono trasportare cisti e larve nell'area dragata, in cui è possibile assistere a tempi di ricolonizzazione relativamente veloci, e considerando che i mammiferi marini spesso vivono in ambienti torbidi e utilizzano sofisticati sistemi sonar per percepire l'ambiente intorno a loro (vedi Au et al., 2000), la prova che la torbidità influenzi direttamente i cetacei non è evidente in letteratura. Infine, le limitate informazioni disponibili indicano che l'aumento della torbidità, come risultato del dragaggio, abbia un impatto indiretto a breve termine sui mammiferi marini, nello specifico sulla presenza delle loro prede. Tuttavia in osservanza del Principio di Precauzione verranno effettuati controlli e monitoraggi della torbidità delle acque durante lo svolgimento delle attività di dragaggio, e attivate procedure di alert in caso di superamento dei limiti calcolati secondo una metodologia approvata da ISPRA, nelle 4 stazioni situate in prossimità dei siti sensibili. Nello specifico, verranno monitorati i siti dal CF4 al CF7, in aggiunta alle 3 stazioni di monitoraggio installate per precedente intervento (dal CF1 al CF3), come previsto nel Decreto di Compatibilità Ambientale DM n° 80/2014, coerentemente al contesto in cui si opererà per l'esecuzione del dragaggio del Bacino del Molo Polisetoriale. Al superamento dei valori limite verrà avviata la procedura di intervento prevista nel piano di gestione delle emergenze. Inoltre, la scelta di effettuare il dragaggio esclusivamente con benna mordente (*grab dredger*) consente di prelevare un sedimento più concentrato in tenore di solidi e con minore percentuale di acqua, evitando pertanto l'aumento della torbidità.



Fig.11 - Posizionamento stazioni nel piano di Monitoraggio della torbidità.

2.2.4 Tossine e inquinanti.

Una grande varietà di agenti chimici è in grado di contaminare diversi compartimenti: acqua, suolo e aria, con grossi impatti sull'ambiente e la salute degli animali, uomo compreso (Vighi e Bacci, 1998). In un lavoro di Vighi e Bacci, 1998, la contaminazione chimica viene definita come la variazione delle condizioni ambientali, della disponibilità e qualità delle risorse durante un certo periodo di tempo e in un'area limitata. Per questo si definisce contaminante

ogni specie in grado di cambiare la normale composizione dell'ambiente. Gli elementi contaminanti quali mercurio (Hg) e altri elementi in traccia come Co, Cu, Mn, Ni e Zn, compresi i metalli e i metalloidi, possono essere rilasciati nell'ambiente sia da fonti naturali come eruzioni vulcaniche, incendi boschivi sia da attività antropiche quali attività industriali, combustione di combustibili fossili (Nriagu, 1988). Nelle aree marine i sedimenti sono il principale deposito di contaminanti (Du Laing et al., 2009; Eggleton e Thomas, 2004). La perturbazione dei sedimenti dovuto ad attività di dragaggio può rilasciare contaminanti nella colonna d'acqua con il conseguente cambiamento delle proprietà chimiche del sedimento e riduzione della qualità dell'acqua sia nei siti di estrazione che di scarico per un certo tempo dopo che il dragaggio è cessato (Eggleton e Thomas, 2004).

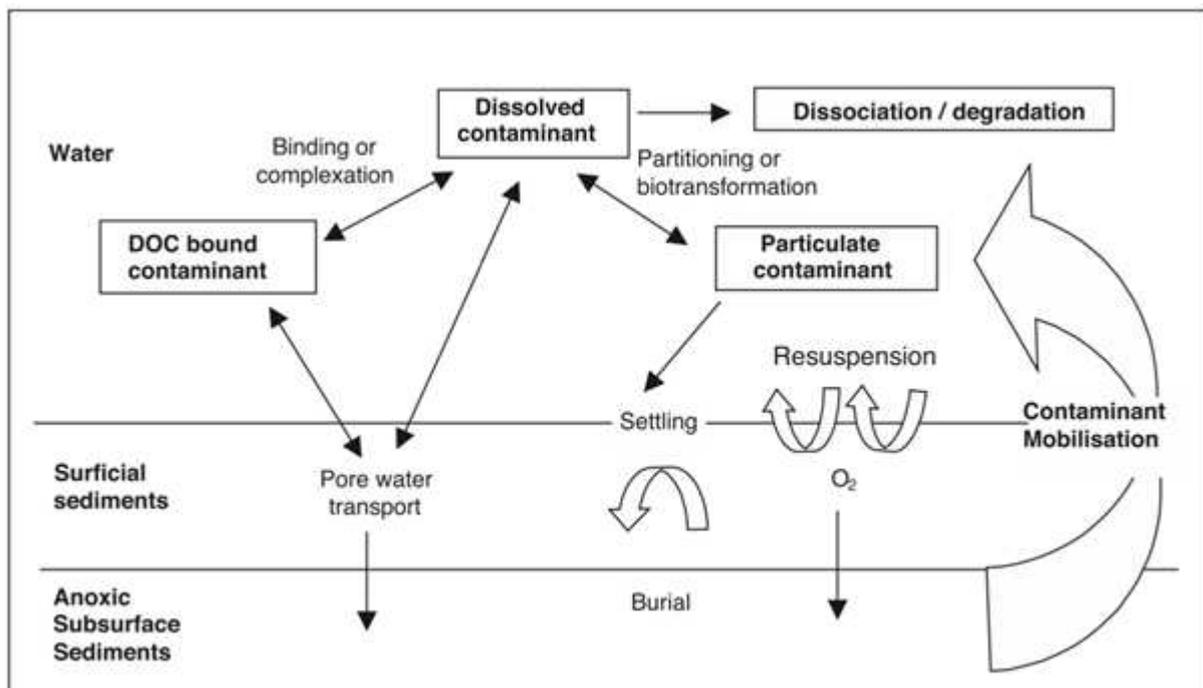


Fig. 12 - Trasporto e trasformazione dei contaminanti nei sedimenti (da Eggleton e Thomas, 2004, modificato da Lyman, 1995).

Una volta che i contaminanti diventano disponibili per gli organismi acquatici possono essere assorbiti e bioaccumulati nei loro tessuti, suscitando risposte biologiche (Wilber e Clarke, 2001). Infatti la forma fisico-chimica dell'elemento accumulato, oltre a influenzare l'insorgenza di effetti tossici nelle prede, può avere effetti significativi sul potenziale trasferimento trofico e sull'assimilazione da parte dei predatori (Rainbow, 2002). Tra i contaminanti, il Hg è noto per essere efficacemente trasferito e biomagnificato attraverso le reti alimentari, raggiungendo alte concentrazioni nei livelli trofici superiori (Signa et al., 2013; Muto et al., 2014). La variabilità nei modelli di bioaccumulo e biomagnificazione dipende da molti fattori, fra questi l'abitudine alimentare, le dimensioni, l'età e la mobilità degli organismi (Barwick e Maher, 2003; Goutte et al., 2015). Il rilascio di contaminanti con il dragaggio può aumentare la quantità consumata dai livelli trofici inferiori, comprese le specie che sono prede dei mammiferi marini. Infatti i mammiferi marini sono particolarmente soggetti al bioaccumulo poiché si nutrono ad alti livelli trofici e hanno una grande percentuale di blubber che accumula facilmente i contaminanti (Vos et al., 2003). Alti livelli di contaminanti sono stati collegati a depressione del sistema immunitario, insorgenza di malattie, effetti sulla

riproduzione, effetti sullo sviluppo e alterazione del sistema endocrino (Vos et al., 2003). Tuttavia i mammiferi marini accumulano alti livelli di contaminanti indipendentemente dal fatto che si verifichi il dragaggio (Todd et al., 2015). In conclusione la letteratura sul rilascio di contaminanti da dragaggio suggerisce che se la rimobilizzazione è limitata sia nel tempo che nello spazio, le concentrazioni non possono raggiungere alti livelli, tali da avere effetti dannosi sull'ambiente (Roberts, 2012). A tal proposito, il Piano di Gestione dei sedimenti inquinanti, presente nel Piano di Monitoraggio e recepite integralmente dal Progetto Definitivo, prevede due diverse scale di controllo, ed in particolare:

- il monitoraggio dell'intera area, da effettuare con cadenza regolare, mediante utilizzo di stazioni fisse opportunamente distribuite, allo scopo di monitorare la variabilità nel tempo dei parametri e delle matrici ambientali di interesse;
- il monitoraggio della singola fase di lavoro, da effettuare tramite campionamenti aggiuntivi (stazioni mobili) opportunamente ubicati in prossimità agli interventi, allo scopo di individuare, comprendere e delimitare in maniera più dettagliata tutti i fenomeni potenzialmente indotti dalla movimentazione dei sedimenti.

Lo scopo di tali monitoraggi sarà quello di fornire informazioni per eventuali modifiche delle metodologie di lavoro, introducendo opportune misure di mitigazione, qualora si riscontrino effetti ambientali inaccettabili.

2.3 Tartarughe del Golfo di Taranto

Il Golfo di Taranto ospita due principali specie di tartarughe marine: la tartaruga comune (*Caretta caretta*) e la tartaruga liuto (*Dermochelys coriacea*) (Casale et al., 2003, Cecere et al., 2015, Fanizza et al., 2020). La *Caretta caretta* è la specie presente in modo più abbondante nel Mar Mediterraneo e le coste del Mar Ionio costituiscono per questa specie un'area preferenziale per la riproduzione, in particolare nella fase di deposizione e schiusa delle uova (Groombridge, 1990).

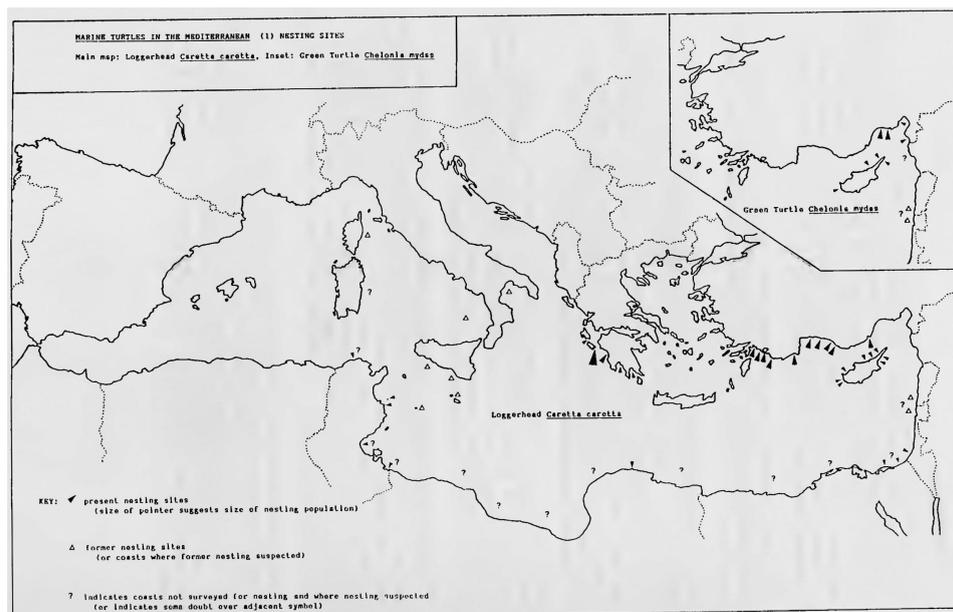


Fig.13 - Siti di nidificazione nel Mediterraneo delle tartarughe marine. Nella mappa principale sono segnati i siti di nidificazione delle *Caretta caretta*; nel particolare i nidi delle *Chelonia mydas*.

Per quanto riguarda le tartarughe liuto, non esistono report di nidi nel Mediterraneo, ma possiamo ritrovare occasionalmente individui adulti nei nostri mari. Gli individui di questa specie che sono presenti nel Mediterraneo sono parte della popolazione Nord Atlantico, arrivando tramite lo stretto di Gibilterra (Karaa et al. 2013, Caracappa et al. 2017).

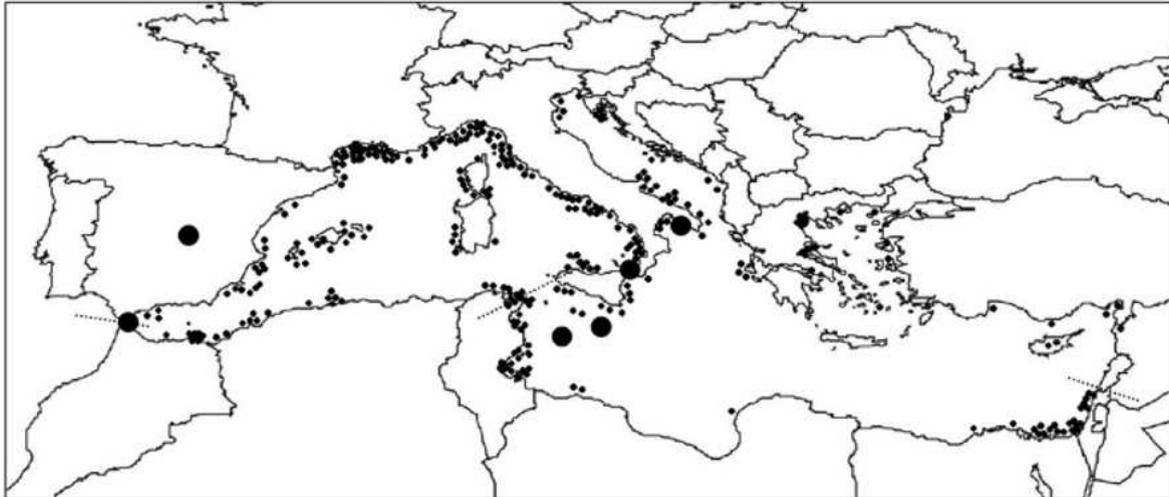
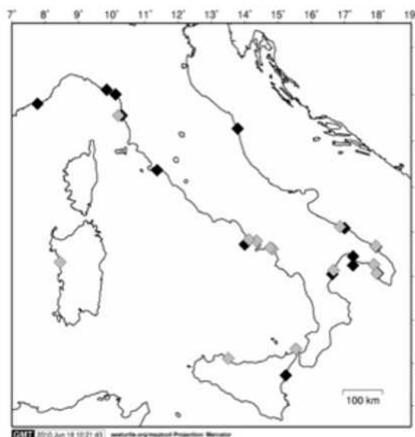


Fig. 14 - Distribuzione geografica dei record nel Mediterraneo (n=411). Cerchi piccoli: singoli record; cerchi larghi: 13 (Stretto di Gibilterra), 25 (Spagna), 19 (Isole Pelagie, Italia), 13 (Malta), 14 (Stretto di Messina), 14 (Golfo di Taranto) record. Linee tratteggiate: divisione arbitraria tra bacino occidentale e orientale e tra coste settentrionali e meridionali del Mediterraneo (da Casale, 2003)



Una piccola menzione va fatta ad una terza specie, la *Chelonia mydas*, che si riproduce nella parte orientale del Mediterraneo, ma è stata occasionalmente osservata anche nel Golfo di Taranto e nel Mar Ionio (Bentivegna et al., 2011).

Fig.15 - Mappa delle località di avvistamento o spiaggiamento di tartarughe verdi in acque Italiane. I simboli neri indicano le località in cui sono state rinvenute tartarughe spiaggiate morte, i simboli grigi indicano dove sono state localizzate tartarughe vive (da Bentivegna, 2011)

Il Golfo di Taranto rappresenta, così, un importante sito di nidificazione per le tartarughe *Caretta caretta*, che trovano qui le condizioni perfette per la riproduzione, ma costituisce anche un'area perfetta per l'alimentazione e lo svernamento di diverse specie di tartarughe, rappresentando un luogo di vitale importanza per la protezione di queste specie (Cecere et al., 2015).

È quindi fondamentale considerare un'attività di monitoraggio di questi animali nell'ambito di qualsiasi attività da svolgere in mare, come quella oggetto del presente protocollo, in modo da evitare di mettere ulteriormente a rischio delle specie che sono già minacciate.

Si ricorda, infatti, come la *Caretta caretta* sia considerata una specie in pericolo di estinzione secondo i criteri dell'IUCN e come tale è nostro dovere cercare di tutelarla al meglio delle nostre possibilità e limitando gli impatti su questa specie che ha scelto le nostre coste per nidificare.

2.4 Impatti sulle tartarughe marine

La letteratura riguardo gli effetti delle attività di dragaggio sulle tartarughe marine non è molto vasta, ma i rischi sono sovrapponibili con quelli già menzionati per i cetacei (Suedel et al., 2019, Whittock et al., 2016).

I rischi maggiori sono legati alla possibilità delle tartarughe di rimanere intrappolate nell'area di attività (da qui la necessità di controllare l'assenza di individui nelle casse di colmata), o di interagire e scontrarsi con i veicoli per il dragaggio e la manutenzione dell'area (Whittock et al. 2017). Altri effetti sono legati ai rumori e alle vibrazioni causati dalle attività e dalla presenza di luci artificiali nell'area di lavoro, che potrebbero modificare i normali ritmi di vita delle tartarughe (Whittock et al., 2016).

Un caso studio di monitoraggio di eventi di morte o lesioni è stato effettuato per un'attività di dragaggio nell'area portuale dell'isola di Barrow (Australia), interessata dalla presenza di tartarughe a dorso piatto (*Natator depressus*) (Whittock et al., 2016).

Studi comparativi sono stati effettuati per rilevare differenze nel movimento e nel comportamento in immersione degli individui prima, durante e post lavori di dragaggio. Contro ogni aspettativa, le tartarughe sono aumentate nell'area di dragaggio durante l'attività delle draghe, mentre gli individui sembrano essere scomparsi una volta terminati i lavori. Il loro aumento non ha fatto rilevare un aumento del tasso di mortalità, e neanche gli altri impatti (rumore, vibrazioni, risospensione dei sedimenti etc) sembrano aver avuto effetto deterrente per le tartarughe, cosicché è solo aumentato il rischio di impatto (Whittock et al., 2016).

Le attività di dragaggio offrono diversi vantaggi alle tartarughe: una maggiore profondità consente di ottimizzare il consumo di ossigeno e le alte temperature dovute ai lavori sono gradite a questi animali (Whittock et al., 2016), che anche nel Golfo di Taranto sfruttano le acque reflue per il raffreddamento degli impianti. Questi vantaggi sono, però, a lungo termine e non spiegano il temporaneo aumento di avvistamento limitato al periodo di attività delle draghe.

Durante le attività di dragaggio, la maggiore presenza di tartarughe nell'area di studio australiana è probabilmente dovuta ad un altro tipo di vantaggio che ha permesso alle tartarughe di trovare nelle coste dell'isola Barrow rifugio dai loro predatori naturali: gli squali tigre, infatti, sono rimasti a debita distanza dall'area di dragaggio poiché infastiditi dai rumori e dalle vibrazioni degli strumenti e dall'aumento di torbidità dell'acqua, creando quindi un'area più sicura per le tartarughe (Whittock et al., 2016).

Data la pecunia di letteratura sul comportamento legato alle attività di dragaggio sul comportamento delle tartarughe, è quasi impossibile prevederne gli effetti, bisogna per cui prevedere un'attività di monitoraggio anche per le specie presenti nel Golfo di Taranto e che frequentano l'area di attività (*Caretta caretta* e *Dermochelys coriacea*), con particolare attenzione anche alla possibile presenza di individui intrappolati nelle casse di colmata.

3. Procedure di applicazione

Le attività di monitoraggio oggetto del presente protocollo, da svolgere durante le operazioni di dragaggio meccanico di 2,3 Mm³ di sedimenti in area molo polisettoriale per la realizzazione di un primo lotto della cassa di colmata funzionale all'ampliamento del V sporgente del porto di Taranto, si riferiscono all'impatto che tali attività potrebbero avere sui mammiferi marini e tartarughe marine presenti nell'area di cantiere.

3.1 Predisposizione del gruppo dei Marine Mammals Observers

Al fine di realizzare le attività previste dal presente protocollo sarà predisposto un apposito gruppo di Marine Mammals Observers (MMO), facenti capo alla Jonian Dolphin Conservation e composto da un adeguato numero di osservatori specializzati secondo i seguenti criteri:

- copertura continua delle attività di monitoraggio durante tutte le operazioni diurne;
- presenza di almeno un operatore MMO per ogni turno di osservazione;
- massima durata del turno di guardia pari a 2 ore per ciascun MMO (Linee guida ACCOBAMS);
- massima durata giornaliera delle attività di guardia pari a 8 ore per ciascun MMO.

Il ruolo dei MMOs è quello di rilevare la presenza di mammiferi marini e tartarughe marine in prossimità dell'area di cantiere ed attuare con immediatezza le azioni di mitigazione previste nel presente protocollo ed utili a diminuire o annullare l'effetto degli impatti su di essi. Il profilo tecnico-scientifico dei MMOs è tale da garantire la corretta gestione delle procedure di mitigazione previste all'interno del protocollo. I MMOs saranno presenti in numero sufficiente a garantire il controllo delle attività ed organizzati in debite turnazioni lavorative, finalizzate a garantire la costante efficacia delle loro azioni, nel rispetto delle regole di disciplina del lavoro.

A seguito di una serie di sopralluoghi effettuati nelle zone limitrofe alle aree di cantiere, finalizzati ad individuare la migliore prospettiva di osservazione, sono state individuate 2 postazioni per i MMOs, collocate entrambe all'estremità del Molo Polisettoriale come evidenziato in Fig. 16.

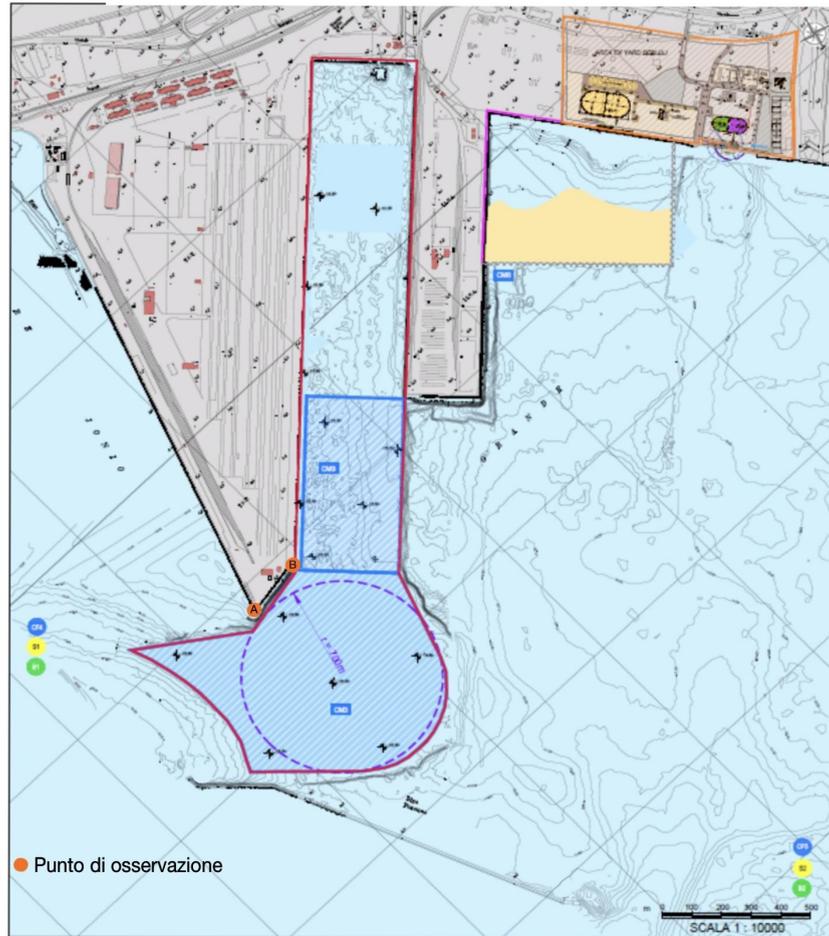


Fig.16 -Punti di osservazione durante le attività di Survey

I MMOs saranno dotati di binocolo, copia del protocollo di monitoraggio concordato ed utilizzeranno, per la registrazione dei dati il "Marine Mammal Recording Form", ossia uno strumento informatico dedicato su apposito foglio di calcolo Excel oppure, in via preliminare, di un documento Word denominato "Deck forms" (sarà possibile utilizzare tale supporto durante le attività, prima di trasferire i dati sul foglio di calcolo Excel).

La squadra di MMOs sarà gerarchizzata attraverso l'individuazione di figure cardine, quali:

- Il Responsabile di turno è un biologo con certificata esperienza di Survey visivi. Il Responsabile di Turno riceve tutte le informazioni relative alle attività di osservazione e sorveglianza dai MMOs in campo, ed è l'unico preposto del gruppo a comunicare con il Referente di cantiere;
- Il Referente di cantiere è il ponte di comunicazione certo e sempre attivo dei MMOs per assicurare l'effettività e l'immediatezza di esecuzione delle indicazioni fornite in caso di avvistamento di mammiferi marini e tartarughe marine o per altre necessità. Il Referente di cantiere dovrà assicurare la presenza o la rintracciabilità continua ed è l'unico ad essere dotato del potere di interrompere temporaneamente le attività di cantiere. Tale figura risulta fondamentale anche per la gestione del sistema di comunicazione, a mezzo canale diretto (linea telefonica dedicata ed esclusiva e/o sistemi di ricetrasmisione locale (VHF o CB).

La figura del Responsabile di Cantiere può coincidere con la figura del Responsabile di Turno.

Durante lo svolgimento delle attività di osservazione e di controllo in mare, il gruppo di MMOs si avvarrà della collaborazione di altro personale specializzato competente e provvisto di adeguato background in materia oppure sottoposto a training dedicato.

Al termine di ogni giorno di osservazione, il Team provvederà a registrare i dati in un apposito database in formato elettronico. Ogni settimana sarà predisposto un rapporto di sintesi con indicazione delle eventuali specie avvistate, numero e distanza dalla nave, ora e posizione e velocità della nave ed eventuali misure di mitigazione messe in atto. Trimestralmente ed al termine delle attività sarà predisposto un rapporto sulle attività effettuate da trasmettere all'ARPA Puglia in ottemperanza del D.M. n. 0000092 del 19.5.2015.

3.2 Piano di monitoraggio durante le operazioni di cantiere.

Il monitoraggio visivo della presenza di mammiferi marini e tartarughe marine è stato predisposto secondo le Linee Guida di riferimento (ISPRA, 2012; ACCOBAMS; JNCC, 2010) e prevede una Zona di Esclusione ("Exclusion Zone", EZ) ed una Zona di Allerta ("Alert Zone", AZ), ossia le porzioni di mare entro le quali l'ingresso degli animali durante le operazioni di dragaggio determina una serie di interventi di mitigazione posti in essere dai MMOs e dalla direzione del cantiere. Per definire i criteri del piano di monitoraggio, è stata effettuata un'analisi preventiva di consultazione dei dati disponibili sulla distribuzione spaziale e stagionale di mammiferi marini e tartarughe marine nella specifica area di intervento oltre ad uno studio bibliografico relativo a precedenti esperienze di mitigazione.

3.2.1 Definizione della Exclusion Zone e della Alert Zone

La Exclusion zone (EZ) è localizzata nella porzione di mare prospiciente il Terminal Container ed il V° Sporgente e nella porzione di mare antistante la diga foranea della zona industriale del porto di Taranto. La caratterizzazione degli impatti e le relative misure di mitigazione sono riferite a dati di letteratura desunti sulla pericolosità per i mammiferi marini e tartarughe marine al fine di tracciare una mappa della Exclusion Zone delimitando i tratti di mare interessati dalla EZ stessa mediante circonferenza di raggio $R = 500$ m. dalle sorgenti. La Exclusion Zone potrà essere variata nella sua estensione e nella sua conformazione perimetrale in relazione all'effettivo livello di traffico navale e quindi rumorosità derivante dalle attività di cantiere e qualsiasi altro fattore, verificando in campo l'attendibilità dei dati utilizzati in fase previsionale.

L'Alert Zone (AZ) si estende mediante circonferenza modificata di raggio $R = 1000$ m. dal perimetro della EZ e più precisamente verso Sud Est per 1000 m. oltre la EZ, per 1000 m. oltre la EZ sul fianco di Ovest - Nord Ovest mentre sul versante meridionale il suo limite fisico è garantito dall'esistenza della diga foranea.



Fig.17 - Estensione dell'area di dragaggio, dell'Exclusion Zone (EZ) e dell'Alert Zone (AZ); A e B rappresentano i due punti di osservazione.

3.3 Piano di intervento.

- Durante tutte le ore di luce, il MMO procederà alla registrazione di una linea di log ogni 30 minuti riportando i dati geografici dello svolgimento delle operazioni, numero e tipologia delle imbarcazioni impegnate nelle attività, dati temporali e meteorologici compilando appositi spazi sull' *Marine Mammals Recording Form*.
- Il primo avvio del cantiere sarà preceduto da un Visual Survey di almeno 30 minuti e procederà per tutte le ore di luce. I MMOs comunicano, attraverso il Responsabile di turno al Referente di cantiere l'assenso all'avvio delle attività; la procedura si ripeterà ogni volta che il cantiere osserverà delle soste programmate o forzate dal maltempo.
- In caso un animale o un gruppo di essi sia presente o entri nella EZ (Exclusion Zone) durante i 30 minuti di osservazione precedenti all'attivazione delle operazioni di dragaggio, attendere nuovamente 20 minuti da quando l'animale è stato visto lasciare la EZ.
- Durante le attività di cantiere, in caso un animale o un gruppo di essi entri o stia per entrare nella AZ (Alert Zone), il MMO dovrà tempestivamente avvertire il Referente di Cantiere che potrà richiedere un rallentamento generale delle operazioni.
- In caso un animale entri nella EZ è necessario interrompere le attività; dopo un avvistamento con relativa sospensione delle attività, la sorgente potrà essere riattivata quando l'animale è stato visto lasciare la EZ; in caso l'animale non sia stato visto lasciare la EZ, dopo 20 minuti dall'ultimo contatto visivo (linee guida JNCC).

In caso un animale o un gruppo di essi sia presente o entri nella AZ (Alert Zone), il MMO dovrà registrare sul "Marine Mammal Recording Form" le seguenti informazioni:

- ora;
- specie;
- dimensione del gruppo;
- età;
- comportamento al momento del primo avvistamento e successivamente;
- rotta (se determinabile);
- distanza dall'osservatore;
- distanza minima dall'osservatore.

I MMOs saranno dotati di binocoli con bussola e telemetro incorporati che permetteranno loro di trasferire immediatamente i dati rilevati, su apposito software, in grado di valutare istantaneamente, l'eventuale ingresso nella Exclusion Zone (EZ) di mammiferi marini e tartarughe marine. Verranno utilizzati anche strutture fisse, gavitelli, ed ogni altro oggetto posto a distanza certa, che consentono ulteriori valutazioni attendibili.

Informazioni circa le imbarcazioni osservate:

- ora;
- distanza dall'osservatore;
- posizione dell'imbarcazione/nave rispetto all'operatore;
- stima della velocità dell'imbarcazione/nave;
- attività dell'imbarcazione/nave;
- posizione di altre imbarcazione o unità navali nelle vicinanze rispetto all'operatore.

Il MMO proseguirà quindi l'osservazione per individuare quando gli animali risulteranno fuori della Zona di Esclusione (EZ), in maniera tale da poter comunicare, tramite il Referente di Cantiere, il nulla osta per la ripresa del normale svolgimento delle attività di dragaggio trascorsi 20' dall'ultimo contatto visivo (linee guida JNCC).

Inoltre sarà realizzata una campagna di informazione rivolta a tutti gli operatori del mare presenti nell'area (Autorità di Polizia – Guardia costiera, Guardia di Finanza, Polizia e Carabinieri – nonché pescatori professionali e sportivi, diportisti, personale navale, ecc.), sulle attività che si stanno per svolgere e sulla necessità di contattare i MMOs qualora avvistino mammiferi marini e/o tartarughe marine nelle aree di mare prossime alla EZ. In tal modo si potrà creare una rete di informazione estesa e capillare che consenta agli MMOs di estendere, seppur indirettamente, il raggio di osservazione.

Punto di campionamento	Parametro	Modalità	Frequenza
2 stazioni di controllo (Punto A e Punto B) Fig.16.	<ul style="list-style-type: none"> ·specie, dimensione del gruppo, età/taglia/sesso, comportamento al momento del primo avvistamento e successivamente, rotta, direzione e distanza dall'osservatore, reazione apparente alle attività, punto di minima distanza e ritmo di avvicinamento; ·ora, posizione, velocità e attività della nave e posizione di altre unità navali nelle vicinanze; ·profondità fondale, condizioni mare, visibilità, condizioni del mare 	<ul style="list-style-type: none"> ·Ricerca ad "occhio nudo" ·Binocoli dotati di ingrandimento di almeno 7x50 ·Cannocchiali big eyes con ingrandimento di almeno 25-125 X 	Monitoraggio continuo (durante le operazioni diurne)

Tabella 4 - Quadro Sinottico delle Attività di Monitoraggio Visivo

3.3 Piano di monitoraggio post operam

Al termine dei lavori di dragaggio (dopo circa 9 mesi dall'inizio del cantiere) è previsto, a scopo cautelativo, un monitoraggio di controllo post operam della durata di 16 giorni non consecutivi, scaglionati in 2 giorni a settimana per 8 settimane secondo i criteri del survey visivo previsto durante le attività di cantiere. L'obiettivo è di verificare, nel prosieguo temporale, che il normale assetto faunistico dell'area, con particolare riferimento alla cetofauna e alle tartarughe marine, sia confermato ed eventualmente annotare variazioni o criticità. Sarà predisposto un form dedicato da compilare a cura del MMO. Questa campagna di monitoraggio visivo, che non terrà conto della EZ ma si estenderà per l'intero spazio coperto dalla AZ, potrà in alternativa alle postazioni fisse localizzate sul molo polisettoriale, avvalersi di una stazione di monitoraggio mobile al fine di ampliare l'area di osservazione.

3.4 Variazioni del protocollo standard

Il protocollo di cui sopra rappresenta le attuali "best practice" per il monitoraggio di mammiferi marini e tartarughe marine durante le attività di cantiere. Gli operatori possono

apportare, dietro relazione esplicativa eventuali modifiche ritenendo il protocollo eccessivamente restrittivo, in particolare per quanto riguarda la visibilità e le condizioni del mare. In tali casi, l'onere della prova spetta all'operatore, che dovrà dimostrare che la mitigazione risulta comunque efficace utilizzando un protocollo modificato. Le modifiche al protocollo devono essere basate su una profonda conoscenza delle caratteristiche ambientali dell'area di intervento e da considerazioni derivanti dalle specificità del cantiere.

In caso di comportamenti anomali degli animali osservati nella AZ (Alert Zone), è facoltà del Referente di Cantiere di richiedere la cessazione delle attività per determinare la causa del comportamento osservato ed evitare il suo protrarsi.

In caso di particolari condizioni meteo marine, il criterio di gestione del Survey deve essere bilanciato fra lo spirito conservativo delle procedure di mitigazione e le esigenze pratiche delle attività in corso. Ad esempio, in condizioni di buona visibilità ma con Beaufort > 4 (presenza di onde con cresta), le condizioni di avvistabilità di mammiferi marini e tartarughe si riducono drasticamente. I MMOs devono registrare e comunicare al Referente del Cantiere il verificarsi di situazioni che rendono il loro lavoro meno efficace. Questi ha facoltà di proseguire le attività, assumendosi però la responsabilità di eventuali incidenti. Per condizioni di mare ≥ 4 il Referente di Cantiere potrebbe chiedere l'interruzione delle attività.

In caso di spiaggiamenti o avvistamenti di carcasse potenzialmente legati alle operazioni di cantiere (secondo il giudizio del Referente di Cantiere coadiuvato dal parere di altri esperti della JDC), è necessario avvertire le autorità competenti e dedicare ogni possibile sforzo alla comprensione delle cause di morte e ad apportare urgenti ulteriori misure al presente protocollo.

Principio di Precauzione.

È necessario comunque tener presente che dove vi sia rischio di danno serio o irreversibile, in assenza delle evidenze scientifiche, l'adozione di misure di mitigazione e prevenzione, allo scopo di evitare pericoli per la salute umana e dell'ambiente, deve essere comunque valutata e attuata con maggiore attenzione rispetto a condizioni in cui esistono dati e certezze scientifiche. E su queste considerazioni che deve svilupparsi l'attuazione pratica e concreta dell'approccio precauzionale, così come viene sancito nell'art. 301, secondo comma, del D. Lgs. 152/2006, intitolato significativamente "attuazione del principio di precauzione".

4. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Alleng., M. 1916. The whalebone whales of New England. Boston Society of Natural History. Memoirs S(2): 105-322.
- Au, W.W.L., Popper, A.N., and Fay, R.R. 2000. Hearing by whales and dolphins. Springer Handbook of Auditory Research. Springer-Verlag, New York.
- Azzellino A., Fossi M.C., Gaspari S., Lanfredi C., Lauriano G., Marsili L., Panigada S. and Podestà M., "An index based on the biodiversity of cetacean species to assess the environmental status of marine ecosystems," Marine Environmental Research 100, 94–111, 2014.
- Bacci E, Vighi M. Tossicologia classica, ambientale ed ecotossicologia: metodi strategie, obiettivi. In: Vighi M, Bacci E (Ed.). Ecotossicologia. Torino: UTET; 1998.
- Barwick, M., Maher, W., 2003. Biotransference and biomagnification of selenium copper, cadmium, zinc, arsenic and lead in a temperate seagrass ecosystem from Lake Macquarie Estuary, NSW, Australia. Mar. Environ. Res. 56, 471e502. [http://dx.doi.org/10.1016/s0141-1136\(03\)00028-x](http://dx.doi.org/10.1016/s0141-1136(03)00028-x).
- Bentivegna F. 2002. Intra-Mediterranean migrations of loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) monitored by satellite telemetry. Mar Biol 141: 795–800 DOI 10.1007/s00227-002-0856-z.
- Best, P., Peddemors, V. M., Cockcroft, V. G., and Rice, N. 2001. Mortalities of right whales and related anthropogenic factors in South African waters, 1963–1998. Journal of Cetacean Research and Management, (Special Issue) No. 2: 171–176.
- Bradley D.L., Stern R., 2008. Underwater sound and the marine mammal's acoustic environment. A Guide to Fundamental Principles. US Marine Mammal Commission.
- Brunn, P., Gayes, P. T., Schwab, W. C., and Eiser, W. C. 2005. Dredging and offshore transport of materials. Journal of Coastal Research, (Special Issue) No. 2: 453–525.
- Calmano W., Hong J., Forstner U. Binding and mobilisation of heavy metals in contaminated sediments affected by pH and redox potential. Water Sci Technol 1993;28(8–9):223–3.
- Capezzuto F., Carlucci R., Maiorano P., Sion L., Battista D., Giove A., Indennidate A., Tursi A., D'Onghia G. (2010) The bathyal benthopelagic fauna in the Northwestern Ionian Sea: structure, patterns and interactions. Chem Ecol 26(S1):199–217.
- Caracappa S., Persichetti M.F., Gentile A., Caracappa G., Currò V., Freggi D., Arculeo M. 2017. New records of leatherback sea turtle, *Dermochelys coriacea* (Vandelli, 1761) (Testudines: Dermochelyidae) in the Strait of Sicily. Cah Biol Mar58 : 353-357.

- Carlucci R., Fanizza C., Cipriano G., Paoli C., Russo T., Vassallo P. (2016). "Modeling the spatial distribution of the striped dolphin (*Stenella coeruleoalba*) and common bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the Gulf of Taranto (Northern Ionian Sea, Central-eastern Mediterranean Sea)" *Ecol. Indic.*, 69 pp. 707-72.
- Carlucci, R., Ricci, P., Cipriano, G., & Fanizza, C. (2018). Abundance, activity and critical habitat of the striped dolphin *Stenella coeruleoalba* in the Gulf of Taranto (northern Ionian Sea, central Mediterranean Sea). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 28(2), 324-336.
- Carlucci R., Cipriano G., Paoli C., Picci P., Fanizza C., Capezzuto F., Vassallo P. (2018). "Random forest population modelling of striped and common-bottlenose dolphins in the gulf of Taranto (northern ionian sea, central-eastern mediterranean sea)" *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 204, pp. 177-192.
- Carlucci, R., Baş, A.A., Liebig, P., Renò, V., Santacesaria, F.C., Bellomo, S., Fanizza, C., Maglietta, R., Cipriano, G. (2020). "Residency patterns and site fidelity of *Grampus griseus* (Cuvier, 1812) in the Gulf of Taranto (Northern Ionian Sea, Central-Eastern Mediterranean Sea)". *Mammal Res.* 2020, 1–11.
- Casale P., Freggi D., Basso R., Vallini C., Argano R. 2007 A model of area fidelity, nomadism, and distribution patterns of loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) in the Mediterranean Sea. *Mar Biol* 152:1039–1049. doi:10.1007/s00227-007-0752-7.
- Casale P., Affronte M., Insacco G., Freggi D., Vallini C., Pino d'Astore P., Basso R., Paolillo G., Abbate G., Argano R. 2010. Sea turtle strandings reveal high anthropogenic mortality in Italian Waters. *Aquatic Conserv: Mar Freshw Ecosyst* 20: 611-620.
- Casale P., Affronte M., Scaravelli D., Lazar B., Vallini C., Luschi. 2012. Foraging grounds, movement patterns and habitat connectivity of juvenile loggerhead turtles (*Caretta caretta*) tracked from the Adriatic Sea. *Mar Biol* 159:1527–1535 DOI 10.1007/s00227-012-1937-2.
- Casale P., Mariani P. 2014 The first 'lost year' of Mediterranean sea turtles: dispersal patterns indicate sub-regional management units for conservation. *Mar Ecol Prog Ser* 498:263-274.
- Casale P., Broderick A.C., Camiñas J.A., Cardona L., Carreras C., Demetropoulos A., Fuller W.J., Godley B.G., Hochscheid B., Kaska Y., Lazar B., Margaritoulis D., Panagopoulou A., Rees A.F., Tomás J., Türkozan O. 2018 Mediterranean sea turtles: current knowledge and priorities for conservation and research. *Endang Species Res* 36: 229–267.
- Casale P., Aprea A., Deflorio M., De Metrio G. "Increased By-Catch Rates in the Gulf of Taranto, Italy, in 20 Years: A Clue About Sea Turtle Population Trends?", *Chelonian Conservation and Biology* 11(2), 239-243, (1 December 2012). <https://doi.org/10.2744/CCB-0987.1>.

- CEDA (2011) CEDA position paper: underwater sound in relation to dredging. *Terra et Aqua* 125:23–28.
- Clement D. 2017. Assessment of effects on marine mammals from proposed capital dredging and spoil disposal for the Port of Napier. Prepared for Port of Napier Ltd. Cawthron Report No.2907. 38 p. plus appendix.
- Clusa M., Carreras C., Pascual M., Gaughran S.J., Piovano S., Giacoma C., Fernández G., Levy Y., Tomás J., Raga J.A., Maffucci F., Hochscheid S., Aguilar A., Cardona L. 2014. Fine scale distribution of juvenile Atlantic and Mediterranean loggerhead turtles (*Caretta caretta*) in the Mediterranean Sea. *Mar Biol* DOI 10.1007/s00227-013-2353-y.
- Clusa M., Carreras C., Pascual M., Gaughran S.J., Piovano S., Avolio D., Ollano G., Fernández G., Tomás J., Raga J.A., Aguilar A., Cardona L. 2016. Potential bycatch impact on distinct sea turtle populations is dependent on fishing ground rather than gear type in the Mediterranean Sea. *Mar Biol* 163:122 DOI 10.1007/s00227-016-2875-1.
- Cundy, A.B., Croudace, I.W., Cearreta, A., and Irabien, M.J. 2003. Reconstructing historical trends in metal input in heavily-disturbed, contaminated estuaries: studies from Bilbao, Southampton Water and Sicily. *Applied Geochemistry*, 18: 311–325.
- De Jong C.A.F., Ainslie M.A., Dreschler J., Jansen E., Heemskerk E., Groen W. (2010) Underwater noise of trailing suction hopper dredgers at Maasvlakte 2: analysis of source levels and background noise. Report TNO-DV 2010 C335, Netherlands Organization for Applied Scientific Research(TNO), The Hague, The Netherlands.
- De Lazzari, A., Boldrin, A., Rabitti, S., Turchetto, M.M., Variability and downward fluxes of particulate matter in the Otranto Strait area, *Journal of Marine Systems*, Vol 20, Issues1–4, 1999, Pages 399-413, ISSN 0924-7963, [https://doi.org/10.1016/S0924-7963\(98\)00076-1](https://doi.org/10.1016/S0924-7963(98)00076-1).
- Dimatteo, S., Siniscalchi, M., Esposito, L., Prunella, V., Bondanese, P., Bearzi, G., Quaranta, A., 2011. Encounters with pelagic and continental slope cetacean species near the northern shore of the Gulf of Taranto. Italy. *Ital. J. Zool* 78, 130-132.
- Donovan G.P. (2005) Cetaceans: can we manage to conserve them? The role of long-term monitoring. In: Solbé J., editor. *Long-term Monitoring - why, what, where, when and how*. Cork: Sherkin Island Marine Station, Sherkin Island, Co. pp. 161–74.
- Duarte C.M., Chapuis L., Collin S.P., Costa D.P., Devassy R.P., Eguiluz V.M., Erbe C., Gordon T.A.C., Halpern B.S., Harding H.R., Havlik M.N., Meekan M., Merchant N.D., Miksis-Olds J.L., Parsons M., Predragovic M., Radford A.N., Radford C.A., Simpson S.D., Slabbekoorn H., Staaterman E., Van Opzeeland I.C., Winderen J., Zhang X., Juanes F. 2021 The soundscape of the Anthropocene ocean. *Science* 371:eaba4658.
- Du Laing, G., Rinklebe, J., Vandecasteele, B., Meers, E., Tack, F.M.G., 2009. Trace metal behaviour in estuarine and riverine floodplain soils and sediments: a review. *Sci. Total Environ.* 407, 3972e3985. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2008.07.025>.

- Eggleton, J., and Thomas, K.V. 2004. A review of factors affecting the release and bioavailability of contaminants during sediment disturbance events. *Environment International*, 30: 973 – 980. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envint.2004.03.001>
- Ellis, D. V. & Hoover, P. M. 1990. Benthos recolonising mine tailings in British Columbia fiords. *Marine Mining* 9,441-57.
- Fanizza C., Dimatteo S., Pollazzon V., Prunella V., Carlucci R. (2014). “An update of cetaceans occurrence in the Gulf of Taranto (Western-central Mediterranean Sea)”. *Biol Mar Mediterr* 21(1):373–374.
- Fichet, D., Radenac, G., and Miramand, P. 1998. Experimental studies of impacts of harbour sediments resuspension to marine invertebrates larvae: bioavailability of Cd, Cu, Pb and Zn and toxicity. *MarinePollution Bulletin*, 36: 509–518.
- Gende, S.M., Hendrix, A.N., Harris, K.R., Eichenlaub, B., Nielsen, J., and Pyare, S. 2011. A Bayesian approach for understanding the role of ship speed in whale–ship encounters. *Ecological Applications*, 21: 2232–2240.
- Giesen, W. B. J. T. van Katwijk, M. M. & den Hartog, C. 1990. Eelgrass condition and turbidity in the Dutch Wadden Sea. *Aquatic Botany* 37,71-85.
- Goutte, A., Cherel, Y., Churlaud, C., Ponthus, J.P., Mass_e, G., Bustamante, P., 2015. Trace elements in Antarctic fish species and the influence of foraging habitats and dietary habits on mercury levels. *Sci. Total Environ.* 538, 743e749. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.08.103>.
- Groombridge B., 1994 *Marine turtles in the Mediterranean: distribution, population status, conservation*, Council of Europe Press, Edition 48 of the Nature and Environment series.
- Hammond, P. S., Macleod, K., Berggren, P., Borchers, D. L., Burt, L., Cañadas, A., Vázquez, J. A. et al., (2013). Cetacean Abundance and distribution in European Atlantic shelf waters to inform conservation and management. *Biological Conservation*.
- Harris PT, Whiteway T (2011) Global distribution of large submarine canyons: geomorphic differences between active and passive continental margins. *Mar Geol* 285(1–4):69–86.
- Hedge, L.H., Knott, N.A., and Johnston, E.L. 2009. Dredging related metal bioaccumulation in oysters. *Marine Pollution Bulletin*, 58:832–840.
- Hitchcock, D. R. & Drucker, B. R. 1996. Investigation of benthic and surface plumes associated with marine aggregates mining in the United Kingdom. In *The global ocean - towards operational oceanography. Proceedings of Conference on Oceanology International*. Spearhead Publications, Surrey Conference Proceedings 2,221-84.

- Hitchcock, D. R., and Bell, S. 2004. Physical impacts of marine aggregate dredging on seabed resources in coastal deposits. *Journal of Coastal Research*, 20: 101–114.
- IUCN 2006. The Status and Distribution of Cetaceans in the Black Sea and Mediterranean Sea. Compiled and edited by Randall R. Reeves and Giuseppe Notarbartolo di Sciara – Workshop Report - Monaco 5-7 March 2006.
- Ivona, A. (2010). Il porto di Taranto e la nuova 'centralità' del Mediterraneo nel trasporto marittimo. Soriani, S.(ed.), 37-51.
- Jefferson T.A., Hung S.H., Würsig B., Protecting small cetaceans from coastal development: Impact assessment and mitigation experience in Hong Kong, *Marine Policy*, Volume 33, Issue 2, 2009, Pages 305-311, ISSN 0308-597X, <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2008.07.011>.
- Karaa S., Jribi I., Bouain A., Girondot M., Bradai M.N. 2013. On the occurrence of Leatherback turtles *Dermochelys coriacea* (Vandelli, 1761), in Tunisian waters (Central Mediterranean Sea) (Testudines: dermochelyidae). *Herpetozoa* 26: 65 – 75.
- Kenny, A.J. & Rees, H.L. 1994. The effects of marine gravel extraction on the macrobenthos: Early post-dredging recolonisation. *Marine Pollution Bulletin* 28(7), 442-7.
- Kenny, A.J. & Rees, H. L. 1996. The effects of marine gravel extraction on the macrobenthos: Results 2 years post-dredging. *Marine Pollution Bulletin* 32(8/9), 615-22.
- Knott, N.A., Aulbury, J.P., Brown, T.H., and Johnston, E.L. 2009. Contemporary ecological threats from historical pollution sources: impacts of large-scale resuspension of contaminated sediments on sessile invertebrate recruitment. *Journal of Applied Ecology*, 46:770–781.
- Laist, D.W., Knowlton, A. R., Mead, J. G., Collet, A. S., and Podesta, M. 2001. Collisions between ships and whales. *Marine Mammal Science*, 17: 35–75.
- Lammers, M.O., Pack, A. A., Lyman, E. G., and Espiritu, L. 2013. Trends in collisions between vessels and North Pacific humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in Hawaiian waters (1975–2011). *Journal of Cetacean Research and Management*, 13: 73–80.
- Lyman WJ. Transport and transformation processes. In: Rand GM, editor. *Fundamentals of aquatic toxicology: Effects, environmental fate, and risk assessment*. Second edition. USA: Taylor and Francis; 1995.
- Luschi P., Casale P. 2014. Movement patterns of marine turtles in the Mediterranean Sea: A review. *Italian JZool* 81: 478–495. doi.org/10.1080/11250003.2014.963714.
- MacGillivray A., Racca R., Li Z., 2014. Marine mammal audibility of selected shallow-water survey sources. *Journal of the Acoustical Society of America*. 135(1): EL35–EL40.

- Manca, O., Nardini, S., and Vafai, K., Experimental Investigation of Opposing Mixed Convection in a Channel with an open Cavity Below, *Experimental Heat Transfer: A Journal of Thermal Energy Generation, Transport, Storage, and Conversion*, 21:2, 99-114, 2008.
- Millner, R. S., Dickson, R. R. & Rolfe, M. S. 1977. Physical and biological studies of a dredging ground off the east coast of England. *ICES C.M.* 1977/E: 48.
- Moloney, C.L., Bergh, M.O., Field, J.G. & Newell, R.C. 1986. The effect of sedimentation and microbial nitrogen regeneration in a plankton community: a simulation investigation. *Journal of Plankton Research* 8,427-45.
- Mooney, T.A., Nachtigall, P.E., Breese, M., Vlachos, S., & Au, W.W. (2009). Predicting temporary threshold shifts in a bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*): The effects of noise level and duration. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 125(3), 1816-1826.
- Mulroy, M. J. 1986. "Permanent noise-induced damage to stereocilia: A scanning electron microscopy study of the lizard's cochlea," *Scan Electron Microsc.* 4, 1451–1457.
- Muto, E., Soares, L., Sarkis, J., Hortellani, M., Petti, M., Corbisier, T., 2014. Biomagnification of mercury through the food web of the Santos continental shelf, subtropical Brazil. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 512, 55e69. <http://dx.doi.org/10.3354/meps10892>.
- Neilson, J. L., Gabriele, C. M., Jensen, A. S., Jackson, K., and Straley, J.M. 2012. Summary of reported whale-vessel collisions in Alaskan waters. *Journal of Marine Biology*, 2012: 18.
- Newell, R. C., Moloney, C. L., Field, J. G., Lucas, M. I. & Probyn, T. A. 1988. Nitrogen models at the community level : plant-animal-microbe interactions. In *Nitrogen cycling in coastal marine environments*, T. H. Blackburn & J. Sorensen (eds). Chichester: SCOPE Publications, John Wiley, 3799414.
- Newell, R. C., Seiderer, L. J., and Hitchcock, D. R. 1998. The impact of dredging works in coastal waters: a review of the sensitivity to disturbance and subsequent recovery of biological resources on the sea bed. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*, 36: 127–178.
- Nriagu, J.O., 1988. A silent epidemic of environmental metal poisoning? *Environ. Pollut.* 50, 139e161. [http://dx.doi.org/10.1016/0269-7491\(88\)90189-3](http://dx.doi.org/10.1016/0269-7491(88)90189-3).
- Onuf, C.P. 1994. Seagrasses, dredging and light in Laguna Madre, Texas, U.S.A. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 39, 75-91.
- Pagliai, A.M.B., Varriale, A.M.C., Crema, R., Galletti, M.C. & Zunarelli, R.V. 1985. Environmental impact of extensive dredging in a coastal marine area. *Marine Pollution Bulletin* 16(12), 483-8.

- Parra G.J., Corkeron P.J., Marsh H. (2006) Population sizes, site fidelity and residence patterns of Australian snubfin and Indo-Pacific humpback dolphins: implications for conservation. *Biol Conserv* 129:167–180.
- Pirotta, E., Laesser, B.E., Hardaker, A., Riddoch, N., Marcoux, M., & Lusseau, D. (2013). Dredging displaces bottlenose dolphins from an urbanised foraging patch. *Marine Pollution Bulletin*, 74(1), 396-402.
- Popper, A.N., and Clarke, N.S. 1976. "The auditory system of goldfish *Carassius auratus*: Effects of intense acoustic stimulation," *Comp. Biochem. Physiol. A* 53A, 11–18.
- Rainbow, P.S., 2002. Trace metal concentrations in aquatic invertebrates: why and so what? *Environ. Pollut.* 120, 497e507. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2664.2002.00758.x>.
- Reilly, G.P. 1950. The seagoing hopper dredge. In *International Conference on Coastal Engineering*, p. 4. Long Beach, CA.
- Reine K.J., Clarke D.G., Dickerson C. (2012a) Characterization of underwater sounds produced by a backhoe dredge excavating rock and gravel. DOER technical notes collection ERDC TN-DOER-E36, US Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, MS.
- Reine K.J., Clarke D.G., Dickerson C. (2012b) Characterization of underwater sounds produced by a hydraulic cutter head dredge fracturing limestone rock. DOER technical notes collection ERDC TN-DOER-E34, US Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, MS.
- Reine, K.J., Clarke, D., & Dickerson, C. (2014). Characterization of underwater sounds produced by hydraulic and mechanical dredging operations. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 135(6), 3280-3294.
- Rice, C.P., and White, D.S. 1987. PCB availability assessment of river dredging using caged clams and fish. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 6: 259–274.
- Richardson W.J., Greene C.R., Malme C.I., Thomson D.H., 1995. *Marine mammals and noise*, Academic Press, London.
- Roberts, D.A. 2012. Causes and ecological effects of resuspended contaminated sediments (RCS) in marine environments. *Environment International*, 40: 230–243.
- Robinson SP, Theobald PD, Hayman G, Wang LS, Lepper PA, Humphrey V, Mumford S (2011) Measurement of underwater noise arising from marine aggregate dredging operations. Marine Environment Protection Fund (MEPF) report 09/P108, Marine Aggregate Levy Sustainability Fund, Lowestoft, Suffolk, UK.
- Santacesaria, F.C., Bellomo, S., Fanizza, C., Maglietta, R., Reno V., Cipriano G., Carlucci R. (2019). "Long-term residency of *Tursiops truncatus* in the Gulf of Taranto

(Northern Ionian Sea, Central-eastern Mediterranean Sea)". In: Proceedings IMEKO Metrology for the Sea, Genova, Italy, 3-5 October 2019, pp. 28-32.

- Saunders, J.C., and Dooling, R. 1974. "Noise-induced threshold shifts in the parakeet *Melopsittacus undulatus*," Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 71, 1962–1965.
- Schmittf., P. 1976. The Jonah caper. American Boater. October 1976:24-27.
- Schmittf., P. 1979. Vessels vs. whales. Sea Frontiers 25:140-144.
- Signa, G., Tramati, C., Vizzini, S., 2013. Contamination by trace metals and their trophic transfer to the biota in a Mediterranean coastal system affected by gull guano. Mar.Ecol. Prog. Ser. 479, 13e24. <http://dx.doi.org/10.3354/meps10210>.
- Sips, H.J.J. & Waardenburg, H.W. 1989. The macrobenthic community of gravel deposits in the Dutch part of the North Sea (Klaverbank). Ecological impact of gravel extraction. Reports of the Bureau Waardenburgv, Culemborg, The Netherlands.
- Southall B.L., Bowles A.E., Ellison W.T., Finneran J.J., Gentry R.L., Greene Jr C.R., Kastak D., Ketten D.R., Miller J.H., Nachtigall P.E., Richardson W.J., Thomas J.A., Tyack P. L. 2009. Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Initial Scientific Recommendations. The Journal of the Acoustical Society of America. 125(4), 2517 2517.
- Taylor, S.E., Birch, G.F., and Links, F. 2004. Historical catchment changes and temporal impact on sediment of the receiving basin, Port Jackson, New South Wales. Australian Journal of Earth Sciences, 51: 233–246.
- Tillin, H.M., Houghton, A.J., Saunders, J.E., Drabble, R., and Hull, S.C. 2011. Direct and indirect impacts of marine aggregate dredging. Marine Aggregate Levy Sustainability Fund (MALSF). Science Monograph Series: No 1. 41 pp.
- Todd, V.L., Todd, I.B., Gardiner, J.C., Morrin, E.C., MacPherson, N.A., DiMarzio, N. A., & Thomsen, F. (2015). A review of impacts of marine dredging activities on marine mammals. ICES Journal of Marine Science, 72(2), 328-340.
- Urlick R.J., Principles of underwater sound, McGraw-Hill, New York, 1983.
- Vanderlaan, A.S.M., and Taggart, C.T. 2007. Vessel collisions with whales: the probability of lethal injury based on vessel speed. Marine Mammal Science, 23: 144–156.
- Van Moorsel, G.W.N.M. & Waardenburg, H.W. 1990. Impact of gravel extraction on geomorphology and the macrobenthic community of the Klaverbank (North Sea) in 1989. Rapport Bureau Waardenburg bv, Culemborg, The Netherlands.
- Van Moorsel, G.W.N.M & Waardenburg, H.W. 1991. Short-term recovery of geomorphology and macrobenthos of the Klaverbank (North Sea) after gravel extraction. Rapport Bureau Waardenburgbv, Culemborg, The Netherlands.

- Van Moorsel, G.W.N.M. 1993. Long- term recovery of geomorphology and population development of large molluscs after gravel extraction at the Klaverbank (North Sea). Rapport Bureau Waardenburg, Culemborg, The Netherlands.
- Van Moorsel, G.W.N.M. 1994. The Klaver Bank (North Sea), geomorphology, macrobenthic ecology and the effect of gravel extraction. Rapport Bureau Waardenburg and North Sea Directorate (DNZ), Ministry of Transport, Public Works & Water Management, The Netherlands.
- Van Waerebeek, K., Baker, A.N., Félix, F., Gedamke, J., Iñiguez, M., Sanino, G.P., Secchi, E., et al. 2007. Vessel collisions with small cetaceans worldwide and with large whales in the Southern Hemisphere, an initial assessment. *Latin American Journal of Aquatic Mammals*, 6: 43–69.
- Vos, J.G., Bossart, G., Fournier, M., and O’Shea, T. 2003. *Toxicology of Marine Mammals. New Perspectives: Toxicology and the Environment*. CRC Press, Taylor & Francis Group, London.
- Ward, W. D., Glorig, A., and Sklar, D. L. 1958. “Dependence of temporary threshold shift at 4 kcon intensity and time,” *J. Acoust. Soc. Am.* 30, 944–954.
- Wartzok D., Ketten D. R., 1999. Marine mammal sensory systems. *Biology of marine mammals*, 1, 117-175.
- Whiteside, P.G.D, Ooms, K. & Postma, G.M. 1995. Generation and decay of sediment plumes from sand dredging overflow. *Proceedings of the 14th World Dredging Congress*. Amsterdam, The Netherlands: World Dredging Association (WDA), 877-92.
- Whittock P.A., Pendoley K.L., Larsen R., Hamann M., Effects of a dredging operation on the movement and dive behaviour of marine turtles during breeding, *Biological Conservation*, Volume 206, 2017, Pages 190-200, ISSN 0006-3207, <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.12.015>.
- Wilber, D.H., Clarke, D.G., 2001. Biological effects of suspended Sediments: a review of suspended sediment impacts on fish and shellfish with relation to dredging activities in estuaries. *North Am. J. Fish. Manag.* 21, 855e875. [http://dx.doi.org/10.1577/1548-8675\(2001\)0212.0.CO](http://dx.doi.org/10.1577/1548-8675(2001)0212.0.CO).
- WODA. 2013. *Technical Guidance on: Underwater Sound in Relation to Dredging* World Organisation of Dredging Associations