

OTTEMPERANZA CONDIZIONI AMBIENTALI N. 1÷5

ALLEGATO C

**PROTOCOLLO PER LA GESTIONE DELL'IMPATTO SUI CETACEI GENERATO
DALLE ATTIVITÀ DI ADEGUAMENTO DEL PONTILE PETROLI ESISTENTE
RAFFINERIA ENI DI TARANTO, REDATTO DALL'ASSOCIAZIONE SCIENTIFICA
JONIAN DOLPHIN CONSERVATION DI TARANTO (MAR 2022) E MARINE
MAMMAL RECORDING FORM**



Jonian Dolphin Conservation
Environmental Protection

JONIAN DOLPHIN CONSERVATION

MARINE MAMMAL VISUAL AND ACUSTIC SURVEYS



Protocollo per la gestione dell'impatto sui Cetacei
generato dalle attività di adeguamento
del pontile petroli esistente.
Raffineria ENI di Taranto

Indice

Premessa	Pag.	2
Scopo del protocollo	Pag.	3
Attività di adeguamento del pontile Petroli Raffineria ENI Taranto	Pag.	4
I cetacei del Golfo di Taranto	Pag.	7
Aspetti normativi sui cetacei nei Mari italiani e grado di protezione delle specie	Pag.	10
Linee guida	Pag.	12
Il suono in acqua	Pag.	13
Effetti del rumore sui mammiferi marini	Pag.	15
Procedure di applicazione	Pag.	21
Predisposizione del gruppo dei <i>Marine Mammals Observer</i>	Pag.	21
Attività <i>ante-operam</i>	Pag.	22
Definizione delle Exclusion Zones	Pag.	23
1. Individuazione planimetrica e caratterizzazione acustica delle sorgenti	Pag.	24
2. Individuazione e caratterizzazione dei recettori	Pag.	26
3. Determinazione della “ <i>Trasmission Loss</i> ” (TL)	Pag.	27
4. Delimitazione delle <i>Exclusion Zone</i> – Coordinate	Pag.	27
Attività durante le operazioni di realizzazione dell’impianto	Pag.	30
Verifiche in fase di infissione dei monopali	Pag.	34
Riferimenti bibliografici	Pag.	35

Legenda abbreviazioni.

- MMO - Marine Mammals Observers;
- PAM - *Passive Acoustic Monitoring*;
- TL - *Trasmission Loss*;
- EZ - *Exclusion Zone*;
- SPL_{PICCO-p} = Livello di pressione sonora di picco;
- SEL_{cum} = Livello di esposizione al rumore cumulato in un periodo di tempo;
- TTS = Cambiamento temporaneo della soglia uditiva;
- PTS = Ferite all’apparato uditivo o cambiamento permanente della soglia uditiva.

Premessa

La comunità scientifica è ormai unanime nel ritenere che il rumore prodotto dalle attività umane può avere un pesante impatto sulla qualità di un ambiente naturale e in taluni casi provocare danni fisici o la morte degli animali nelle vicinanze di sorgenti acustiche di elevata potenza. Questo è particolarmente vero per l'ambiente subacqueo (MSFD - 2008/56/CE). Infatti in acqua il suono si propaga molto meglio che in aria, sia in termini di intensità che di distanza. Il rumore prodotto da alcune attività umane avrà quindi un forte impatto in una vasta area circostante. Inoltre molti animali acquatici, in particolare i cetacei hanno sviluppato una particolare sensibilità al suono, essendo l'udito il loro senso più sviluppato. A questo scopo si rende necessaria l'applicazione di una serie di azioni volte a eliminare o minimizzare il rischio di disturbo generato dal rumore prodotto dai lavori di cantiere alla fauna marina e sicuramente ad evitare danni fisici diretti.

Nello specifico, le operazioni di infissione dei monopali (*piling*), producono elevati livelli di rumore anche per periodi prolungati, a seconda delle tecnologie utilizzate e delle caratteristiche locali di propagazione del suono inclusa la propagazione attraverso il substrato (*groundborne path*). Pertanto ogni volta che sono previste attività che producono rumore in mare è necessario attivare una serie di procedure che includano lo studio preliminare dell'ambiente interessato e dei mammiferi marini presenti (monitoraggio *ante operam*), il monitoraggio della loro presenza e comportamento durante l'emissione di rumore al fine di bloccarne repentinamente l'emissione nel caso in cui uno o più animali entrino in un'area di rispetto (*Exclusion Zone - EZ*) e le conseguenze sulla popolazione anche dopo la cessazione dell'inquinamento acustico.

In questo protocollo, è stato proposto di poter considerare come "valori soglia", indicanti la sussistenza di potenziali effetti dannosi per i cetacei, i livelli di rumore a partire dai seguenti valori: per PTS (ferite all'apparato uditivo o cambiamento permanente della soglia uditiva)

- soglia iniziale di perdita della sensibilità uditiva permanente:

SPL_{PICCO-p} = Livello di Pressione Sonora di Picco (da picco a picco) = 230 dB re: 1 μ Pa

SEL_{cum} = Livello Esposizione al rumore cumulato su un periodo di tempo = 185 dB re: 1 μ Pa² s

per TTS (cambiamento temporaneo della soglia uditiva):

- soglia iniziale di perdita della sensibilità uditiva temporanea:

SPL_{PICCO-p} = Livello di Pressione Sonora di Picco (da picco a picco) = 224 dB re: 1 μ Pa

SEL_{cum} = Livello Esposizione al rumore cumulato su un periodo di tempo = 170 dB re: 1 μ Pa² s

- soglia iniziale di insorgenza di alterazioni del comportamento (es. allontanamento, deviazione di rotta, cessazione o alterazione della vocalizzazione, interferenza con i processi di comunicazione per mascheramento dei segnali, etc.):

SPL_{PICCO} = 120 dB re: 1 μ Pa

La scelta dei succitati "valori soglia" è stata effettuata in relazione ai dati disponibili in letteratura (Southall et al 2007; 2009).

Protocollo per la gestione dell'impatto sui cetacei generato dalle attività di adeguamento del pontile petroli esistente Raffineria ENI di Taranto

È necessario comunque tener presente che in assenza delle evidenze scientifiche, l'adozione di misure di mitigazione e prevenzione, allo scopo di evitare pericoli per la cetofauna locale, deve essere comunque valutata e attuata con maggiore attenzione rispetto a condizioni in cui tali certezze scientifiche sussistano. È 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".

Scopo del protocollo

Scopo del presente documento è quello di fornire il protocollo per la corretta attuazione delle misure di mitigazione da adottare per ridurre l'impatto indotto sui cetacei dal rumore generato durante le attività di adeguamento del pontile Petroli della Raffineria ENI R&M, nel Mar Grande di Taranto, tra il quarto sporgente e Punta Rondinella. In particolare attiene la revisione del progetto già valutato con pronuncia di compatibilità ambientale favorevole, di cui al Decreto VIA/AIA n. 573 del 27.10.2011, la cui vigenza ed efficacia sono state prorogate con Decreto VIA n.373 del 17 dicembre 2017, ulteriormente prorogate con DM n. 461 del 25 novembre 2021, e all' Autorizzazione Unica n. 17441, rilasciata il 29 marzo 2018 dal Ministero dello Sviluppo Economico di concerto con il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Il presente protocollo ottempera in particolare alla condizione ambientale n. 2 del Decreto Direttoriale n. 402 del 21/10/2021 che ha escluso dalla procedura di VIA il progetto "Raffineria di Taranto - Adeguamento delle strutture della Raffineria di Taranto per la movimentazione del Greggio Tempa Rossa – Adeguamento del Pontile Petroli esistente".

Tale condizione prescrive:

"Ai fini di contenere i potenziali impatti da rumore nei confronti della biocenosi marina, il PMA deve prevedere il supporto di *Marine Mammal Observer* (MMO) di comprovata esperienza e qualificazione per eventuale sospensione temporanea dei lavori in caso di presenza di specie di interesse in prossimità dell'area del cantiere. I dati acquisiti durante tutte le attività di cantiere dovranno essere archiviati e messi a disposizione alle autorità di controllo, unitamente a un verbale delle attività svolte e delle eventuali sospensioni dei lavori".

Per consentire il raggiungimento del suddetto obiettivo, questo protocollo fornisce le indicazioni delle misure da adottare preliminarmente ed in corso d'opera per evitare disturbo ai cetacei e stabilisce, in osservanza alle prescrizioni *de quo*, il protocollo specifico per:

- accertare visivamente la presenza di animali acquatici (cetacei in particolare) entro un raggio predefinito intorno all'area delle lavorazioni;
- verificare la presenza di cetacei tramite il posizionamento di gruppi di idrofoni posizionati intorno all'area di cantiere;

Protocollo per la gestione dell'impatto sui cetacei generato dalle attività di adeguamento del pontile petroli esistente Raffineria ENI di Taranto

- dare avvio allo svolgimento delle operazioni di *pile driving* qualora non vengano segnalati né visivamente né registrati segnali di presenza di cetacei in un arco temporale predefinito (*soft start*).

Tutte le operazioni sopra descritte saranno effettuate da esperti qualificati come *Marine Mammals Observers*, appartenenti all'apposita sezione della *Jonian Dolphin Conservation*. Terminate le attività sarà prodotta una relazione specifica sull'argomento che sarà trasmessa per la verifica di ottemperanza al Ministero della Transizione Ecologica ed alla Regione Puglia - ARPA Puglia.

Le specifiche indicazioni sulle metodologie applicate, volte a garantire il raggiungimento dell'obiettivo di protezione dei cetacei vengono dettagliate nei capitoli e paragrafi di pertinenza di questo protocollo.

Attività di adeguamento del pontile Raffineria ENI Taranto

Attualmente per la movimentazione dei prodotti e delle materie prime via mare sono utilizzati in Raffineria ENI Taranto:

- un pontile, ubicato nel Mar Grande di Taranto, per lo scarico ed il carico di prodotti e semilavorati petroliferi con la capacità di accogliere navi fino a 60.000 tonnellate (Fig.1);
- un campo boe, anch'esso ubicato nel Mar Grande di Taranto, per lo scarico del greggio dalle petroliere fino a 250.000 tonnellate, collegato mediante una *sea line* alla Raffineria.

Il pontile comprende un primo tronco di passerella di 308 metri, una piattaforma P1 di 27 metri, un secondo tronco di passerella di 207 metri e una seconda piattaforma terminale P2 di 27 metri, per una lunghezza complessiva di 569 metri. Il pontile è costituito da traversoni di cemento armato, equidistanti tra loro 10,4 m e sostenuti da pali di calcestruzzo. Sui traversoni appoggiano le tubazioni per il trasporto dei prodotti liquidi e l'impalcato, pure di calcestruzzo, con una via di corsa centrale, percorribile da automezzi larga 3 m, e due marciapiedi laterali da 0,75 m, sotto i quali sono disposti i cavi elettrici e strumentali.

Nell'ambito del progetto "Adeguamento delle strutture della Raffineria di Taranto per la movimentazione del Greggio Tempa Rossa" era previsto ed è stato realizzato il prolungamento del Pontile Petroli per una lunghezza totale di 324 m, composto da 12 campate di lunghezza di 27 m. In testa al prolungamento è stata realizzata una piattaforma (P3) dotata di due accosti per l'attracco di navi da un minimo di 30.000 DWT ad un massimo di 80.000 DWT allibate per l'esportazione del greggio. L'intervento di adeguamento già autorizzato dal Decreto Direttoriale n. 402 del 21/10/2021 è emerso in fase di progettazione esecutiva per fare fronte ad una sensibile accentuazione dello sforzo di taglio gravante sulla trave del pontile esistente sulla quale collocare la linea di trasporto greggio di 30" prevista dal progetto autorizzato.

Protocollo per la gestione dell'impatto sui cetacei generato dalle attività di adeguamento del pontile petroli esistente Raffineria ENI di Taranto

Per questo motivo si è resa necessaria la progettazione di una nuova struttura portante, da posizionare adiacentemente alla struttura esistente, sgravando la trave esistente dagli incrementi dei carichi.

Tale intervento di adeguamento prevede la realizzazione di opere di sostegno della tubazione, costituite da una fondazione di 44 pali in acciaio del diametro di 1500 mm, che raggiungeranno una profondità tra 15 m e 20 m, da travi porta tubazione, e di 8 pali in acciaio del diametro di 1500 mm (4 per la piattaforma P1 e 4 per la piattaforma P2), infissi ad una profondità di 20 m, sfruttando inizialmente il peso proprio del palo e successivamente mediante il ricorso alla battitura e/o vibro infissione (Fig.1).



Fig.1 – Ricostruzione grafica del Petroli Raffineria ENI di Taranto prima e dopo i lavori

Protocollo per la gestione dell'impatto sui cetacei generato dalle attività di adeguamento del pontile petroli esistente Raffineria ENI di Taranto

La durata complessiva dei lavori sarà di circa 8 mesi e comprende le seguenti tre macro attività (Tab.1):

1. indagine bellica - durata stimata: 3 mesi;
2. infissione pali - durata stimata 4 mesi;
3. completamento struttura - durata stimata 4 mesi.

Tipologia Macchina	Potenza Meccanica [kW]	Livello di Potenza sonora [dB(A)]
Battipalo idraulico	-	118
Motopontone	-	112
Rimorchiatore	-	111
Gru	≤ 55	101

Tab.1 – Programma dei lavori

Per l'infissione dei pali e l'installazione delle travi saranno utilizzati:

- un battipalo, installato sul mezzo navale, con energia idonea per portare i pali a piena penetrazione;
- un vibro-infissore per la prima fase di vibroinfissione dei pali;
- una pinza per il sollevamento dei pali e delle travi;
- un sistema di radio-posizionamento DGPS per la centratura del palo sulla posizione progettuale durante la fase di installazione;
- una dima a scafo per il posizionamento del palo sul punto di infissione.

I cetacei 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 circa ventiquattro specie sono presenti, con forti differenze di abbondanza, nel Mediterraneo (IUCN – Red list 2006); solo otto di queste 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 Tursiope (*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).

Nel Golfo di Taranto, Mar Ionio settentrionale le ricerche condotte hanno rivelato la presenza di numerose specie di cetacei, alcune delle quali presenti lungo tutto l'arco annuale ed altre incontrate stagionalmente e/o occasionalmente (Fig.2).

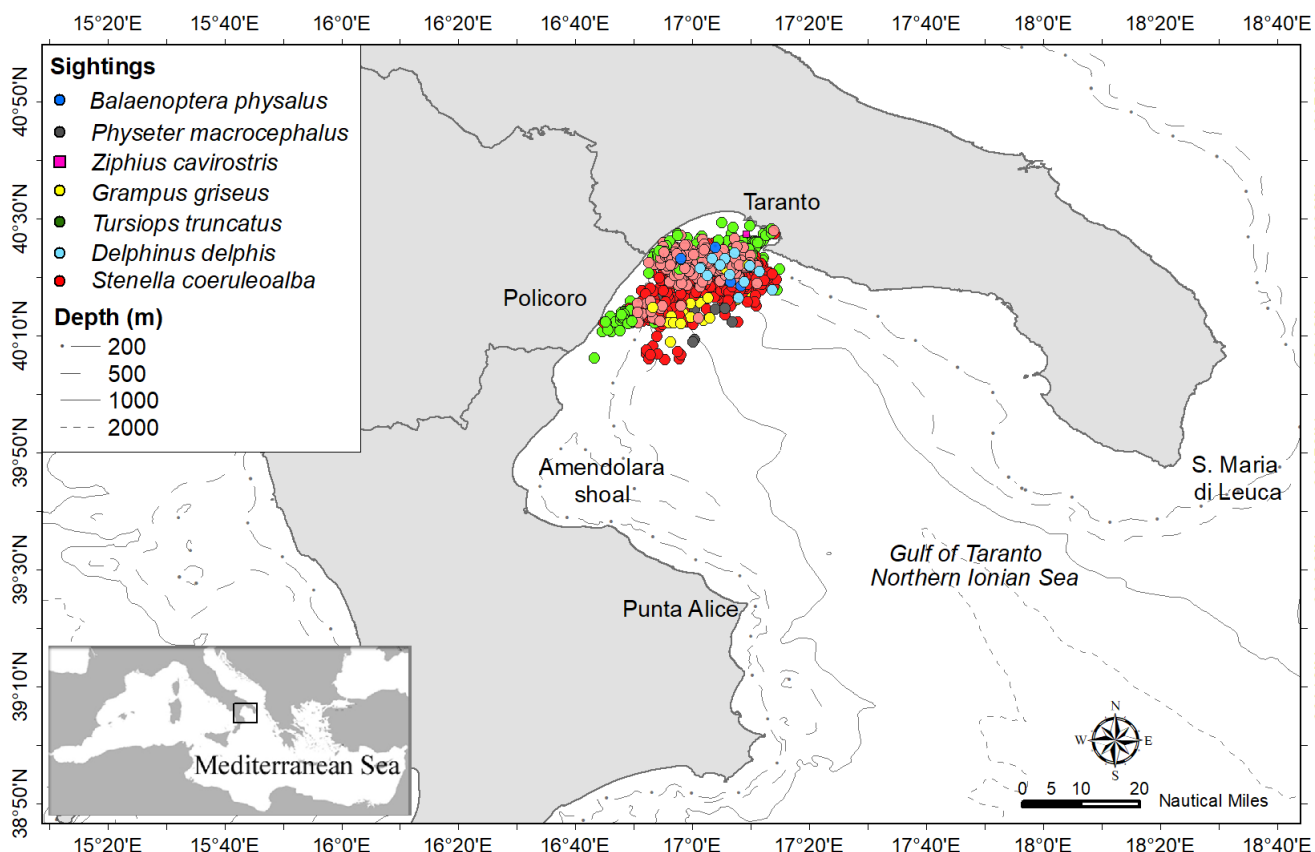


Fig.2 – Mappa del Golfo di Taranto con indicazione dell'area di indagine

Protocollo per la gestione dell'impatto sui cetacei generato dalle attività di adeguamento del pontile petroli esistente Raffineria ENI di Taranto

Nello specifico le attività di ricerca 2009-2021 hanno riguardato alcune specie, regolarmente osservate nell'area di studio: la Stenella striata (*Stenella coeruleoalba*) (Fig.3), presente tutto l'anno, il Tursiope (*Tursiops truncatus*) presente tutto l'anno con maggiore abbondanza estiva, (Carlucci R. et al., 2016, 2017, 2018c; Santacesaria et al, 2019), il Grampo (*Grampus griseus*) presente stagionalmente ed occasionalmente, (Carlucci et al., 2020), la Balenottera comune (*Balenoptera physalus*) presente stagionalmente (Fanizza et al., 2014), il Capodoglio (*Physeter macrocephalus*) presente occasionalmente (Carlucci et al., 2018a), e il Delfino comune (*Delphinus delphis*) (Carlucci 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) e del Globicefalo (*Globicephala melas*).



Fig-3 –Una *Stenella coeruleoalba* fotografata dai ricercatori della JDC

Il tursiope (*Tursiops truncatus*) rappresenta la specie più a rischio per le attività contemplate nel presente protocollo poiché spesso avvistata all'interno del Mar Grande ed in prossimità dell'area interessata dai lavori di cantiere (Fig. 4 e 5). *Tursiops truncatus* presenta ecotipi costieri e offshore (Wells et al., 1999). Analizzando i dati raccolti ed elaborati dai ricercatori della *Jonian Dolphin Conservation* relativamente alle principali caratteristiche fisiografiche e antropiche che influenzano la distribuzione e l'abbondanza di questa specie, è emerso che il *Tursiops truncatus* presente nel Golfo di Taranto è riferibile all'ecotipo costiero (Santacesaria et al., 2019) in quanto si distribuisce prevalentemente in acque costiere entro i limiti della piattaforma continentale (<200 m) (Bearzi et al., 2012).

Protocollo per la gestione dell'impatto sui cetacei generato dalle attività di adeguamento del pontile petroli esistente Raffineria ENI di Taranto

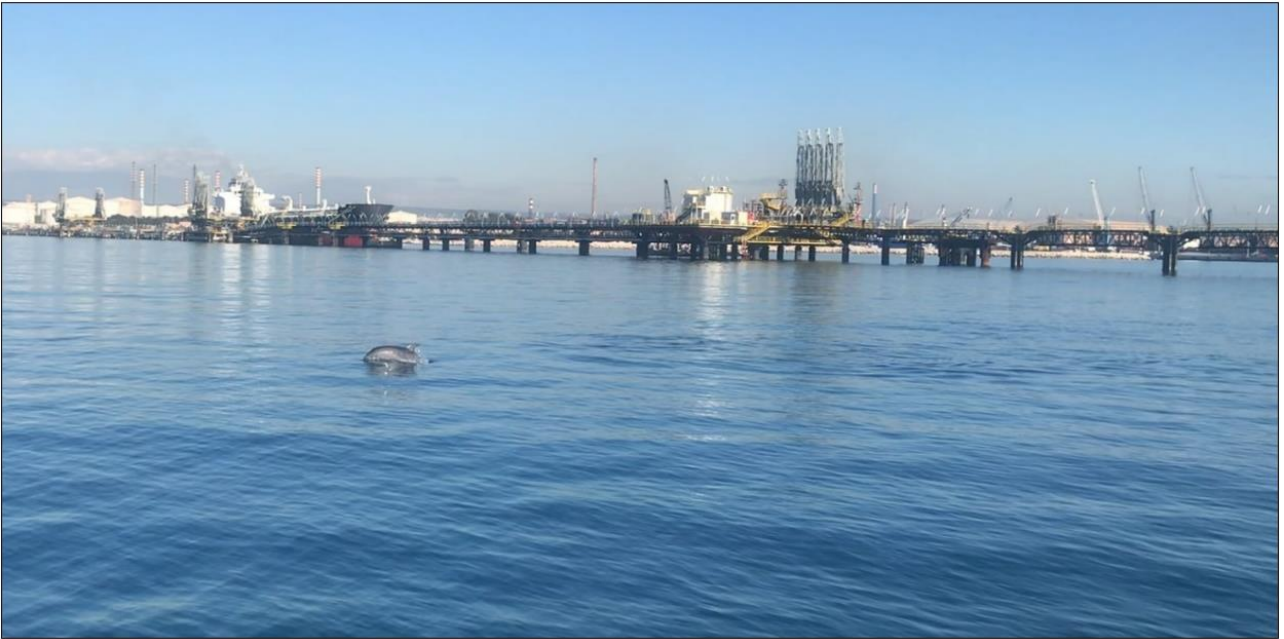


Fig. 4 e 5 – Avvistamento di Tursiops truncatus del 20.01.22 nell'area interessata dai lavori di cantiere

Aspetti normativi sui cetacei nei Mari italiani e grado di protezione delle specie

I cetacei svolgono un ruolo critico nel preservare la struttura e il funzionamento delle reti alimentari marine contribuendo alla fornitura di servizi ecosistemici fondamentali (Roman et al., 2010; Manea et al., 2019). Nel Mar Mediterraneo, una delle regioni marine più sfruttate e impattate da molteplici pressioni umane (Costello et al., 2010; Micheli et al., 2013), sono state registrate 20 specie di cetacei, sia residenti che visitatori o vaganti (Pace et al., 2015). Molte di esse sono elencate nella Lista Rossa IUCN come specie sotto minaccia di origine antropica. Le loro popolazioni sono state valutate fortemente ridotte in termini di dimensioni a causa di azioni umane non regolamentate, e bisognose di protezione (Bearzi et al., 2003; Gonzalvo et al., 2008).

Nella Tab.2 sono riportate le normative per la conservazione dei mammiferi marini (Notarbartolo di Sciarra G. 2010):

- Convenzione di Washington (CITES) 1975. Convenzione sul commercio internazionale delle specie di fauna e flora selvatiche minacciate di estinzione.
- Convenzione di Berna 1981. Convenzione relativa alla conservazione della vita selvatica e l'ambiente naturale in Europa.
- Convenzione di Bonn (CMS) 1983. Convenzione sulle specie migratorie.
- Direttiva “Habitat” del Consiglio Europeo 1996. Direttiva relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche.
- Convenzione di Barcellona (SPA/DB) 1999. Protocollo ASPIM sulle Aree Specialmente Protette e la Diversità Biologica.
- Accordo relativo alla creazione nel Mediterraneo di un santuario per i mammiferi marini Pelagos (2001).
- Regolamento CE 812/2004 che stabilisce misure relative alla cattura accidentale di cetacei nell’ambito della pesca.
- ACCOBAMS 2005. Accordo per la conservazione dei cetacei del Mar Nero, Mar Mediterraneo e area atlantica contigua.
- 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.
- Direttiva MSFD 2008/56/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 17 giugno 2008. Istituisce un quadro per l’azione comunitaria nel campo della politica per l’ambiente marino (Marine Strategy Framework Directive).

Protocollo per la gestione dell'impatto sui cetacei generato dalle attività di adeguamento del pontile petroli esistente Raffineria ENI di Taranto

Specie	Convenzione di Berna	CMS		CITES	EU Direttiva Habitat		Protoc. SPA/BD	ACCOBAMS
	App. II	App. I	App. II	App. I	Ann. II	Ann. IV	Ann. II	Ann. I
<i>Balaenoptera physalus</i>	tutte le aree	tutte le aree	tutte le aree	tutte le aree				tutte le specie che si trovano nell'area dell'Accordo
<i>Delphinus delphis</i>	tutte le aree	Mediterraneo	Baltico e Mare del Nord, Mediterraneo, Mar Nero, Pacifico tropicale orientale					
<i>Globicephala melas</i>	tutte le aree		Baltico e Mare del Nord					
<i>Grampus griseus</i>	tutte le aree		Baltico e Mare del Nord					
<i>Orcinus orca</i>	tutte le aree		tutte le aree					
<i>Phocoena phocoena</i>	tutte le aree		Baltico e Mare del Nord, Atlantico nord-occidentale, Mar Nero					
<i>Physeter macrocephalus</i>	Mediterraneo	tutte le aree	tutte le aree	tutte le aree				
<i>Stenella coeruleoalba</i>	tutte le aree		Pacifico tropicale orientale, Mediterraneo					
<i>Tursiops truncatus</i>	tutte le aree		Baltico e Mare del Nord, Mediterraneo occidentale, Mar Nero					
<i>Ziphius cavirostris</i>	tutte le aree							

Tab. 2 - Elencazione delle specie di cetacei regolari in Mediterraneo nelle appendici dei principali strumenti giuridici citati (Notarbartolo di Sciara G. 2010)

Attualmente nel Mar Mediterraneo sono in atto una serie di strumenti per promuovere la conservazione dei cetacei. Fra questi l'Accordo sulla conservazione dei cetacei nel Mar Nero, nel Mar Mediterraneo e nell'area atlantica contigua (ACCOBAMS) è uno strumento giuridico internazionale che mira a proteggere tutte le specie di cetacei e gli habitat interessati dall'accordo attraverso l'identificazione degli habitat critici dei cetacei (CCH, Notarbartolo di Sciara, 2002). Le *Ecologically and Biologically Significant marine Areas* (EBSAs) identificate dalla Convention on Biological Diversity (CBD) e le *Important Marine Mammals Areas* (IMMAs) definite dalla IUCN *Marine Mammal Protected Areas Task Force*, sono state proposte per sostenere la conservazione dei cetacei (Notarbartolo di Sciara et al., 2016):

- *Specially Protected Areas of Mediterranean Importance* (SPAMI) (UNEP/MAP RAC/SPA, 1995), principale strumento del Mediterraneo per l'attuazione della Convenzione sulla Diversità Biologica del 1992, per quanto riguarda la gestione sostenibile in situ della biodiversità costiera e marina.
- *Special Areas of Conservation* (SAC) (DG Environment, 2007; EC, 2012; EC, 2018). Protegge uno o più habitat e/o specie terrestri o marine, elencati nella direttiva Habitat.
- *Marine Protected Area (Ecologically and Biologically Significant Areas, EBSA)* (Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2004; UNEP, 2008, 2012). Sono aree speciali nell'oceano necessari per supportare il corretto funzionamento degli oceani e dei numerosi servizi che fornisce.

Protocollo per la gestione dell'impatto sui cetacei generato dalle attività di adeguamento del pontile petroli esistente Raffineria ENI di Taranto

- *Important Marine Mammal Areas (IMMAs)* (IUCN Marine Mammal Protected Areas Task Force, 2018). Sono aree che meritano protezione e/o monitoraggio in situ, in quanto sono riconosciute come porzioni discrete di habitat, importanti per le specie di mammiferi marini.
- *Cetacean Critical Habitats (CCH)* (ACCOBAMS, 2017; IUCN Marine Mammal Protected Areas Task Force, 2018). Sono aree utilizzate da un'intera specie o una particolare popolazione di quella specie, che sono essenziali per la sopravvivenza quotidiana, nonché per mantenere un sano tasso di crescita della popolazione. Le aree che vengono regolarmente utilizzate per l'alimentazione, l'allevamento, nonché per la migrazione. Fanno parte di habitat critici, soprattutto se queste aree sono utilizzate regolarmente (Commission on Geosciences, Environment, and Resources, 2000).

Linee guida

Per la predisposizione del presente protocollo, in considerazione anche della lacuna legislativa italiana, si è fatto riferimento alle *“Guidelines to address the issue of the impact of anthropogenic noise on marine mammals in the ACCOBAMS area. In Report to the 3rd meeting of the ACCOBAMS Scientific Committee. Document Revision (Vol. 2)”*.

I principi fondamentali, considerati necessari per l'attuazione delle iniziative di controllo dell'impatto del rumore antropogenico sui cetacei, sono i seguenti:

- consultare le banche dati disponibili in merito alla distribuzione spaziale e temporale dei cetacei nell'area al fine di pianificare e condurre le attività in modo da evitare gli habitat critici e le aree ed i periodi nei quali è più probabile incontrare i cetacei;
- raccogliere informazioni e, ove necessario, organizzare campagne di ricerca in mare (a bordo di imbarcazioni o da mezzi aerei) e/o monitorare la presenza degli animali mediante rilevatori fissi (boe, registratori sul fondo, ecc.) al fine di definire la densità di popolazione nell'area scelta per le attività da realizzare;
- evitare habitat chiave per i cetacei ed aree marine protette e definire zone buffer appropriate intorno ad esse; considerare il possibile impatto della propagazione a lungo raggio;
- evitare interventi in aree chiuse e circondarle con aree buffer appropriate;
- considerare gli impatti cumulativi non solo del rumore ma di tutte le minacce antropogeniche nel tempo; considerare gli effetti di modellizzazione; tenere in considerazione degli impatti stagionali e storici provocati da altre attività antropiche (navigazione, attività militari ed industriali, prospezioni sismiche).

Il suono in acqua

Per gli scopi del presente protocollo è utile ricordare che la propagazione del suono in acqua si sviluppa attraverso la compressione e la decompressione delle particelle componenti il liquido, secondo le stesse modalità che si riscontrano in aria e nello stato solido. Anche in acqua il suono viene quindi misurato come una variazione di pressione che, a partire dalla sorgente sonora emittente, si propaga in tutte le direzioni. Le variazioni di pressione possono essere misurate con idonei microfoni detti "idrofoni" (Fig.6 e 7).



Fig. 6 – Idrofono Colmar modello GP1190 utilizzato dalla JDC per i rilievi acustici.



Fig. 7 – Bottom recorder - NAUTA serie RASP12 – LS3.

Anche nei liquidi è usuale descrivere i suoni rapportando le pressioni istantanee ad una pressione di riferimento ed utilizzando una scala logaritmica, in quanto la pressione e l'intensità dei suoni, se descritti in assoluto con la normale unità di misura della pressione nel Sistema Internazionale (Pa = Pascal) assumerebbero valori fortemente variabili. La scala logaritmica più usata è quella in decibel (dB) che viene applicata al rapporto tra la pressione in misura ed una pressione di riferimento che si assume pari a 1×10^{-6} Pa = 1 μ Pa, differentemente dal valore delle misure di pressione in aria che vengono riferite al valore 20 μ Pa. Inoltre, poiché tutti gli organismi viventi possono percepire il suono in una determinata gamma di frequenze, dipendenti dai rispettivi meccanismi uditivi, è necessario descrivere in quale modo l'intensità del suono si rapporti a queste frequenze. Nel considerare l'impatto del suono sugli organismi che vivono in mare si sceglie comunemente una scansione delle frequenze nella banda di 1/3 di ottava.

La velocità di propagazione "C" (spazio/tempo) = $\lambda \times f$ essendo λ la lunghezza d'onda [m] e f la frequenza [t-1], per cui la lunghezza d'onda e la frequenza risultano essere inversamente proporzionali. La velocità di propagazione "C" del suono in mare dipende essenzialmente dalla temperatura, dalla profondità e dalla densità (funzione della salinità dell'acqua) ed assume il valore di circa 1500 m/s (5400 Km/h) (Fig. 8).

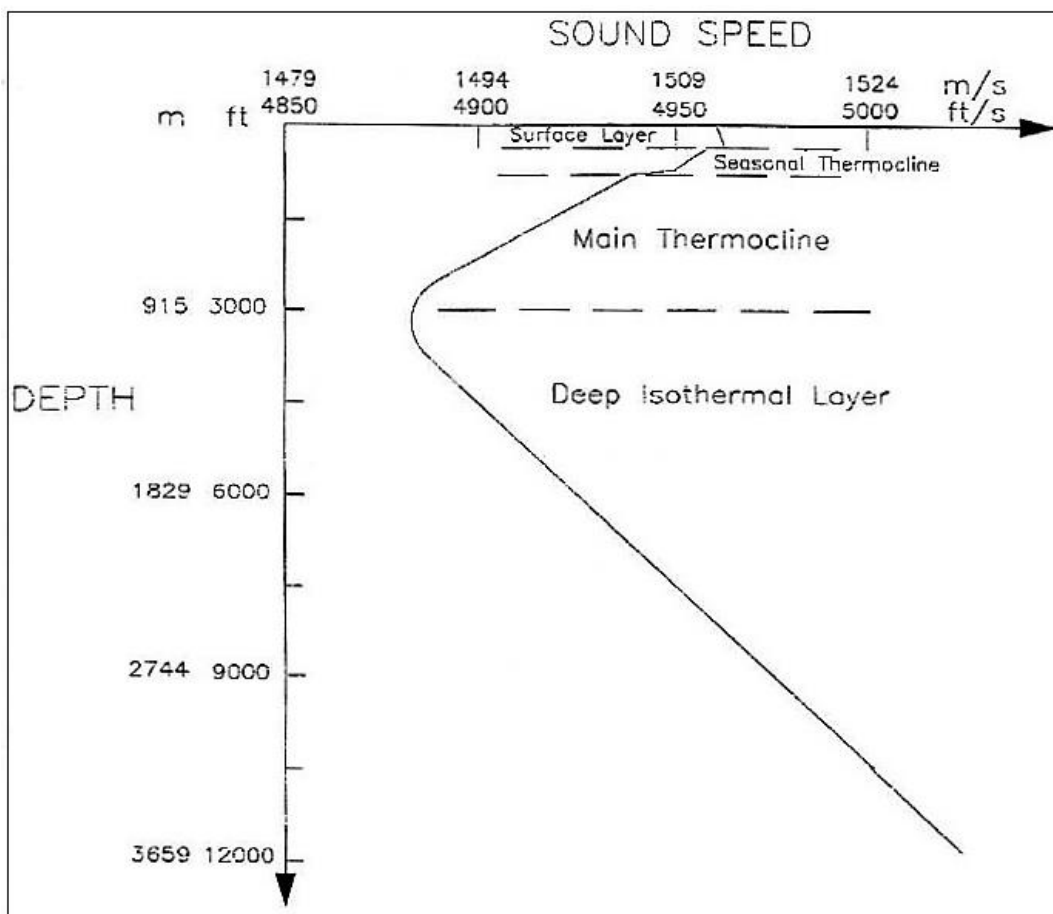


Fig. 8 - Profilo di velocità del suono in acqua in relazione alla profondità (Urlick 1983)

Protocollo per la gestione dell'impatto sui cetacei generato dalle attività di adeguamento del pontile petroli esistente Raffineria ENI di Taranto

Nella caratterizzazione della propagazione del suono nelle acque nelle quali sarà applicato il Protocollo si osserva che, come in tutto il Mar Mediterraneo, il forte termoclino stagionale estivo genera, per suoni che si propagano a profondità inferiori rispettivamente a 10 m ed a 100 m, un canale di trasmissione preferenziale che presenta una zona di convergenza che si estende fino a circa 37 Km, con amplificazione dell'intensità del segnale complessivo a quella distanza (Urlick 1983). Il suono emesso da una sorgente emittente, misurato alla sorgente stessa o nelle sue vicinanze (*near field*), si propaga in mare secondo modalità complesse, descrivibili con modelli di onde sferiche o cilindriche, sulle quali interferiscono vari fattori: velocità, lunghezza d'onda e frequenza, profondità, interferenza con la superficie ed il fondale marino, distanza dalla sorgente.

L'attenuazione che il suono subisce durante la propagazione viene descritta da un parametro denominato "Transmission Loss (TL)" appunto definito come "la diminuzione che l'intensità e la pressione dell'onda acustica subiscono allontanandosi (Range) da una sorgente. La determinazione del parametro TL risulta quindi essere importante nello studio della propagazione del suono in mare.

In fase previsionale, se è noto il livello di emissione di una sorgente, la conoscenza del TL permette di stimare il livello dell'intensità sonora al ricevitore (nel caso in esame costituito dagli apparati uditivi dei Mammiferi Marini).

Successivamente, la verifica dell'attendibilità del valore del TL ipotizzato può essere eseguita con misurazioni tramite idrofoni. In questo caso possono ottenersi le curve/rette di correlazione/regressione che descrivano l'andamento dell'attenuazione reale in mare, per cui il valore del TL potrebbe essere utilizzato per verificare o conoscere l'effettivo valore del livello di emissione di una sorgente.

Esistono molti codici di calcolo per determinare il valore di TL: tutti hanno origine dalla Equazione Fondamentale dell'Onda Acustica che viene semplificata e resa matematicamente risolvibile attraverso varie semplificazioni che, nel corso degli anni, hanno (o non hanno) avuto conferme sperimentali.

Effetti del rumore sui Mammiferi marini

Il concetto di inquinamento acustico, che fino a pochi anni fa era riservato esclusivamente all'ambiente subaereo è stato esteso all'ambiente acquatico quando si è giunti alla certezza che alcuni suoni antropogenici hanno effetti negativi su diversi *phyla* di organismi, in particolare sui cetacei. Questi ultimi infatti comunicano, navigano, si orientano e individuano le prede grazie al suono. Le diverse specie di cetacei emettono suoni in specifici *range* di frequenza utilizzando dei veri e propri canali comunicativi in cui viaggiano le informazioni.

Protocollo per la gestione dell'impatto sui cetacei generato dalle attività di adeguamento del pontile petroli esistente Raffineria ENI di Taranto

L'inquinamento acustico prodotto dalle attività antropiche può ripercuotersi negativamente sull'ambiente acquatico e sui cetacei, determinando effetti che, in relazione alla natura, alla durata, alla distanza dalla sorgente e alla magnitudo del danno, sono classificabili secondo quanto riportato nello studio di Nedwell et al., (2003):

- Effetti primari (lesioni irreversibili);
- Effetti secondari (lesioni parzialmente reversibili);
- Effetti terziari (variazioni comportamentali).

Nello specifico Richardson et al., (1995) ha distinto quattro zone di impatto acustico sui mammiferi marini (Fig.9):

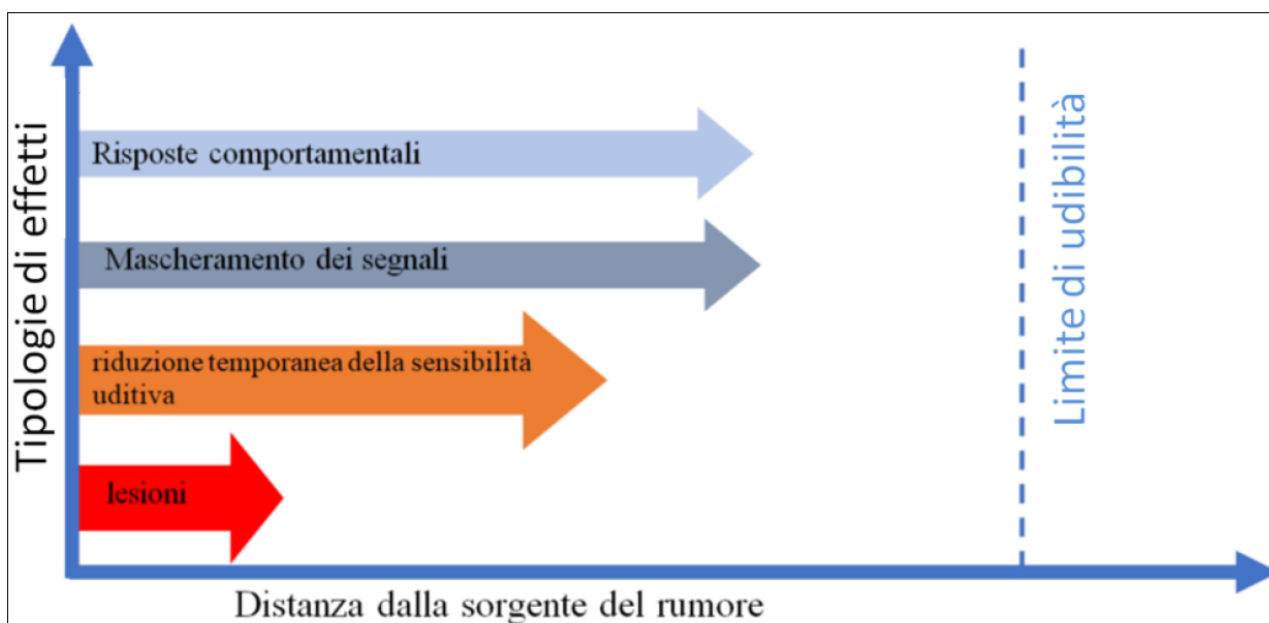


Fig. 9 - Conseguenze del rumore antropico sui cetacei in relazione alla distanza dalla sorgente (Richardson et al., 1995)

- **Risposte comportamentali:** per effetto di un rumore si produce un cambiamento del comportamento dell'animale;
- **Mascheramento dei segnali:** aggiunta al consueto rumore ambientale di una nuova fonte di rumore che maschera e disturba le vocalizzazioni degli animali e rende difficile o impossibile la rilevazione da parte dei conspecifici;
- **Riduzione temporanea della sensibilità uditiva;**
- **Lesioni:** quando il rumore genera una pressione tale da causare direttamente un danno fisico o la perdita dei sensi uditivi.

Protocollo per la gestione dell'impatto sui cetacei generato dalle attività di adeguamento del pontile petroli esistente Raffineria ENI di Taranto

Le sorgenti di origine antropica possono essere classificati in (MacGillivray et al., 2014) (Tab.3):

- Puntuali o impulsive di alta potenza come sonar navali, esercitazioni addestrative militari, esplosioni per demolire strutture offshore, brillamento di ordigni bellici, *airgun* usati nelle prospezioni geosismiche, possono essere letali a breve distanza;
- Le sorgenti più o meno discontinue come la costruzione di opere offshore e sulla costa;
- Emissioni costanti e diffuse, non impulsive, come 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.

Tuttavia la distinzione tra rumore impulsivo e non impulsivo non è sempre chiara nella pratica. Per esempio, alcuni segnali come dispositivi acustici di disturbo hanno caratteristiche sia di impulsive che di non impulsive. Inoltre, alcune sorgenti sonore, ad esempio *airgun* e *pile driving* possono produrre impulsi alla sorgente ma a causa degli effetti di propagazione, possono ritenersi non impulsivi a distanze maggiori (Greene et al., 1988).

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 × 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° × 1.5° rectangular	vertical	218	10	0.2
Side-scan sonar	EdgeTech 4500DF	230	50° × 0.15° rectangular	30° from horizontal	229	10	20

^aSonars with steerable beams were oriented toward the horizontal.
^bMaximum source level in horizontal plane.

Tab.3 - Fonti di rumore antropico classificati in base alla frequenza (MacGillivray et al., 2014)

Protocollo per la gestione dell'impatto sui cetacei generato dalle attività di adeguamento del pontile petroli esistente Raffineria ENI di Taranto

Nelle sorgenti impulsive l'energia acustica viene rilasciata molto rapidamente, producendo solitamente livelli piuttosto elevati, con valori di picco anche superiori ai 230 dB re 1 μ Pa @ 1m (re 1 μ Pa @ 1m = relativo a 1 μ Pa a 1 metro dalla sorgente).

Un suono di basso livello può essere udibile ma non produrre alcun effetto visibile, viceversa può causare il mascheramento dei segnali acustici e indurre l'allontanamento degli animali dall'area esposta al rumore. Aumentando il livello del suono, gli animali possono essere soggetti a condizioni acustiche capaci di produrre disagio o stress fino ad arrivare al danno acustico vero e proprio con perdita di sensibilità uditiva, temporanea o permanente. L'esposizione a rumori molto forti, come le esplosioni a breve distanza, può addirittura produrre danni fisici permanenti ad altri organi oltre a quelli uditivi e può in alcuni casi portare al decesso del soggetto colpito. L'effetto fondamentale di un trauma acustico consiste nella diminuzione della capacità uditiva che si manifesta come innalzamento della soglia di sensibilità, innalzamento temporaneo (TTS) o permanente (PTS) del livello di soglia, che corrisponde ad una perdita di sensibilità uditiva. Tuttavia, l'esposizione al rumore può esercitare un effetto negativo sui cetacei anche se al di sotto dei livelli che provocano perdita di sensibilità uditiva.

La continua esposizione a rumori di basso livello può avere ripercussioni sul comportamento e sul benessere psicofisico dei mammiferi marini provocando un impatto a lungo termine sulle popolazioni. Diversi autori hanno sottolineato come alcune attività essenziali per gli animali, quali il *feeding* in zone di alimentazione chiave, se condotte durante l'emissione del rumore, possano ritardare la reazione al disturbo (allontanamento), spiegando così la presenza talvolta di cetacei in zone interessate da lavorazioni che generano "rumore".

Quanto sopra andrebbe attentamente valutato nel considerare le misure di mitigazione da mettere in atto a tutela dei cetacei, se si considera l'impatto cumulativo che potrebbe verificarsi in aree dove insistono diverse attività antropiche che generano rumore (piattaforme petrolifere di estrazione, traffico navale, pesca, ricerca scientifica, esercitazioni militari, ecc.). Non va infine trascurato il sinergismo del rumore subacqueo con altri fattori che possono influenzare negativamente i mammiferi marini. La complicità di fattori ecologici (profondità), biologici (inesperienza del gruppo), sociali (aggregazione), patologici e tossicologici (alterazione del sensorio e immunocompromissione di origine chimica), uniti a fattori antropici, come il rumore generato dal *piling*, può generare nei cetacei difficoltà ad orientarsi, il conseguente digiuno ed il loro successivo spiaggiamento.

Per quanto riguarda i possibili effetti del disturbo sonoro sui cetacei, la comunità scientifica è ormai unanime nel ritenere che il rumore prodotto dalle attività umane ha un pesante impatto sulla qualità di un ambiente naturale, e in taluni casi può provocare danni fisici o la morte degli animali nelle vicinanze di sorgenti acustiche di elevata potenza. Questo è particolarmente vero per l'ambiente subacqueo (MSFD - 2008/56/CE) e per alcune specie di cetacei che, per la loro ecologia e fisiologia, risultano particolarmente vulnerabili. Solo negli ultimi anni si è cominciato a prendere in seria

considerazione il problema dell'impatto del rumore antropico sui cetacei in Mediterraneo, in particolare analizzando le relazioni tra gli spiaggiamenti di massa atipici e le esercitazioni militari (Pavan 2006). La necessità di mettere in atto una regolamentazione del rumore subacqueo hanno portato diversi studiosi all'elaborazione e alla identificazione di criteri e valori di esposizione al rumore volti alla tutela dei Mammiferi marini. Il National Marine Fishery Service (NMFS) ha adottato criteri di sicurezza in termini di limiti massimi di esposizione (dB re 1 μ Pa) per diverse categorie di mammiferi marini, indicando la necessità dello spegnimento della sorgente qualora i limiti vengano superati.

Nel definire tali valori si è tenuto conto delle diverse caratteristiche dei rumori di origine antropica:

- Suoni a impulsi singoli, impulsi multipli e suoni non impulsivi (Tab.4);

Sound type	Acoustic characteristics (at source)	Examples
Single pulse	Single acoustic event; > 3-dB difference between received level using impulse vs equivalent continuous time constant	Single explosion; sonic boom; single airgun, watergun, pile strike, or sparker pulse; single ping of certain sonars, depth sounders, and pingers
Multiple pulses	Multiple discrete acoustic events within 24 h; > 3-dB difference between received level using impulse vs equivalent continuous time constant	Serial explosions; sequential airgun, watergun, pile strikes, or sparker pulses; certain active sonar (IMAPS); some depth sounder signals
Nonpulses	Single or multiple discrete acoustic events within 24 h; < 3-dB difference between received level using impulse vs equivalent continuous time constant	Vessel/aircraft passes; drilling; many construction or other industrial operations; certain sonar systems (LFA, tactical mid-frequency); acoustic harassment/deterrent devices; acoustic tomography sources (ATOC); some depth sounder signals

Tab.4 - Tipi di suono, caratteristiche acustiche ed esempi di sorgenti sonore di origine antropica (Southall et al., 2007)

- Caratteristiche acustiche delle diverse specie di cetacei. In considerazione del fatto che la sensibilità dei mammiferi marini ai disturbi sonori è da ricercarsi nella loro fisiologia, il primo passo per la realizzazione di uno studio di impatto acustico è quello di definire i livelli di sensibilità ai disturbi acustici delle specie di cetacei presenti nell'area di interesse. A tal proposito nel lavoro pubblicato da Southall et al., (2009) sono riportati i valori soglia del rumore oltre i quali si possono verificare effetti negativi (primari, secondari o terziari) sui mammiferi marini in relazione alla tipologia di sorgente sonora ed alle caratteristiche proprie degli apparati uditivi delle diverse specie marine, classificandoli in cetacei a bassa, media e alta frequenza (Tab.5).

Protocollo per la gestione dell'impatto sui cetacei generato dalle attività di adeguamento del pontile petroli esistente Raffineria ENI di Taranto

Functional hearing group	Estimated auditory bandwidth	Genera represented (Number species/subspecies)	Frequency-weighting network
Low-frequency cetaceans	7 Hz to 22 kHz	<i>Balaena, Caperea, Eschrichtius, Megaptera, Balaenoptera</i> (13 species/subspecies)	M _{lf} (lf: low-frequency cetacean)
Mid-frequency cetaceans	150 Hz to 160 kHz	<i>Steno, Sousa, Sotalia, Tursiops, Stenella, Delphinus, Lagenodelphis, Lagenorhynchus, Lissodelphis, Grampus, Peponocephala, Feresa, Pseudorca, Orcinus, Globicephala, Orcaella, Physeter, Delphinapterus, Monodon, Ziphius, Berardius, Tasmacetus, Hyperoodon, Mesoplodon</i> (57 species/subspecies)	M _{mf} (mf: mid-frequency cetaceans)
High-frequency cetaceans	200 Hz to 180 kHz	<i>Phocoena, Neophocaena, Phocoenoides, Platanista, Inia, Kogia, Lipotes, Pontoporia, Cephalorhynchus</i> (20 species/subspecies)	M _{hf} (hf: high-frequency cetaceans)

Tab.5 - Gruppi funzionali dell'udito dei mammiferi marini (Southall et al., 2007)

Il rumore prodotto da attività antropiche infatti può limitare la capacità degli animali di comunicare (con effetti sulla riproduzione), ma anche di segnalare situazioni di pericolo o di individuare ostacoli e prede tramite il biosonar (Erbe et al., 2019). Se subito estensivamente, il rumore può produrre stress, alterazioni del comportamento, riduzione della capacità riproduttiva o indurre l'allontanamento da determinate aree o dalle usuali rotte di migrazione, morte. Questo effetto è molto negativo se si tratta di un'area di particolare interesse per la specie come i siti di alimentazione, riproduzione e nursery o può indurre modifiche comportamentali che alterano significativamente l'utilizzo dell'habitat.

Procedure di applicazione

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 formato da un congruo numero di osservatori specializzati. Tale gruppo costituisce l'elemento cruciale per la corretta esecuzione delle attività di gestione dell'impatto del rumore sui cetacei previste dal presente protocollo.

Durante lo svolgimento delle attività di osservazione e di controllo in mare, il gruppo di MMO si avvarrà della collaborazione di altro personale specialistico competente e provvisto di adeguato background in materia oppure sottoposto a training dedicato. Il ruolo dei MMO è quello di rilevare la presenza di cetacei nell'area di cantiere e di attuare con immediatezza tutte le iniziative (ad es. interrompere tutte le attività di palificazione) utili a diminuire o annullare l'effetto del rumore su di essi. Ciò, unitamente ad accorgimenti tecnici quali sistemi di monitoraggio acustico passivo (PAM - *Passive Acoustic Monitoring*), consentirà di garantire un'adeguata gestione dell'impatto sui cetacei del rumore generato dalle attività in questione.

Il profilo tecnico-scientifico dei MMO sarà tale da garantire la corretta gestione delle procedure di mitigazione previste all'interno del protocollo. I MMO saranno presenti in numero sufficiente a garantire il controllo delle attività ed organizzati in debite turnazioni lavorative, finalizzate a garantirne la costante efficacia della loro azione (Fig.10).



Fig.10 – Marine Mammals Observer della JDC

Protocollo per la gestione dell'impatto sui cetacei generato dalle attività di adeguamento del pontile petroli esistente Raffineria ENI di Taranto

I MMO saranno dotati di binocolo, copia del protocollo di monitoraggio concordato ed utilizzeranno, per la registrazione durante le attività dei dati osservabili, il "*Marine Mammal Recording Form*", ossia uno strumento informatico dedicato (apposito foglio di calcolo Excel contenente i fogli di lavoro denominati "*Cover Page*", "*Operations*", "*Effort*" e "*Sightings*") 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). Per la determinazione della distanza dei mammiferi marini, i MMO saranno dotati di binocoli con bussola e telemetro incorporati che permetteranno loro di trasferire immediatamente i dati rilevati, su apposito software di navigazione, in grado di valutare istantaneamente, l'eventuale ingresso nella Exclusion zone (EZ) dei cetacei. Verranno utilizzati anche semplici strumenti (*range finding stick*), che mediante calcoli numerici e utilizzando la stima di oggetti (es. boe ondometriche, gavitelli, ecc.) a distanza certa consentono valutazioni attendibili.

Attività ante-operam

- Studio preventivo mediante consultazione di banche dati e bibliografia sulla distribuzione spaziale e stagionale di cetacei nella specifica area di intervento, in modo da pianificare e condurre le attività quando e dove è meno probabile incontrare animali ed in maniera tale da evitare stagioni o habitat critici. Consultazione dati e pubblicazioni relative a precedenti esperienze di mitigazione per uniformare protocolli e formato dati.
- Valutazione, al fine della corretta definizione di *Exclusion Zone*, delle condizioni oceanografiche (profilo di profondità/temperatura, canali acustici, profondità e caratteristiche del fondale) e di eventuali effetti cumulativi che potrebbero verificarsi per la presenza di altre attività impattanti (traffico marittimo, attività militari, industriali, attività geosismiche) nella stessa area di mare dove è svolta l'attività di palificazione. La Exclusion zone potrà essere variata nella sua estensione e nella sua conformazione perimetrale in relazione all'effettivo livello di rumorosità derivante dalla sorgente, verificando in campo l'attendibilità dei dati utilizzati in fase previsionale ed in funzione delle caratteristiche fisiche delle acque, delle circolazioni superficiali e profonde, delle condizioni meteorologiche e di qualsiasi altro fattore di variazione che possa intervenire.
- Individuazione e designazione del Direttore dei Lavori o suo delegato al fine di attivare il ponte di comunicazione certo e sempre attivo con i MMO assicurando l'effettività e la immediatezza di esecuzione delle indicazioni fornite in caso di avvistamento dei cetacei o per altre necessità. Tali persone (individuate di concerto con la Direzione del cantiere) dovranno essere preventivamente formate ed addestrate, dovranno assicurare la presenza e la rintracciabilità continua da parte dei MMO e dovranno essere dotate del potere di bloccare ed interdire tutte le attività di cantiere tempestivamente. L'individuazione e designazione delle figure di cui

Protocollo per la gestione dell'impatto sui cetacei generato dalle attività di adeguamento del pontile petroli esistente Raffineria ENI di Taranto

sopra rappresenta un elemento di criticità estrema, determinante per la corretta attuazione del Protocollo oltre che per la comunicazione delle informazioni tecniche delle attività che dovranno essere fornite ai MMO per la redazione del "*Marine Mammal Recording Form*", documento che verrà allegato al giornale dei lavori.

- Informazione e formazione del personale addetto al cantiere, in modo tale da renderlo capace ed effettivo nell'attuazione di eventuali disposizioni impartite dal Referente di cantiere o suo delegato.
- Messa a punto di un sistema di comunicazione, a mezzo canale diretto (linea telefonica dedicata ed esclusiva e/o sistemi di ricetrasmisione locale (VHF o CB), con il Direttore dei Lavori e suo delegato. In fase di progettazione devono essere stabiliti i canali di comunicazione tra coloro che forniscono il servizio di mitigazione e la Direzione di cantiere. È di fondamentale importanza che i MMO e PAM operators siano in contatto diretto in modo che eventuali rilevamenti visivi e acustici possano essere confermati da entrambi. Inoltre, deve essere stabilita una catena di comunicazione formale dai MMO o PAM alla persona che può avviare / interrompere le operazioni di cantiere.
- Realizzazione di 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 MMO qualora avvistino cetacei nelle aree di mare prossime alla EZ. In tal modo si potrà creare una rete di informazione estesa e capillare che consenta ai MMO di estendere, seppur indirettamente, il raggio di osservazione.
- Allertare e predisporre la rete di monitoraggio degli spiaggiamenti nell'area di interesse e pianificare, se necessario, attività di monitoraggio addizionale delle coste più vicine.

Definizione delle Exclusion Zones

Secondo quanto definito dal protocollo risulta necessario individuare i limiti planimetrici della zona di mare nella quale le attività antropiche, quelle di posizionamento ed installazione dei pali, provocano livelli di rumore considerati critici per i mammiferi marini residenti o che transitino nella zona stessa, con possibile insorgenza di traumi e/o disturbi del comportamento. L'applicazione delle regole definite dal Protocollo consente la realizzazione delle attività di installazione dei pali solo quando nessun mammifero marino sia presente nella zona di disturbo acustico (Exclusion Zone - EZ). Pertanto, la perimetrazione delle Exclusion Zones rappresenta un elemento di criticità estrema che necessita di dettagli descrittivi.

Protocollo per la gestione dell'impatto sui cetacei generato dalle attività di adeguamento del pontile petroli esistente Raffineria ENI di Taranto

La definizione della EZ è stata ottenuta secondo la seguente procedura analitica ed i seguenti passaggi:

1. Individuazione planimetrica e caratterizzazione acustica delle sorgenti;
2. Individuazione e caratterizzazione dei ricettori (mammiferi marini) – Valori soglia;
3. Determinazione del “*Transmission Loss – TL*” mediante scelta, applicazione e verifica di modelli matematici;
4. Delimitazione della EZ – Coordinate.

1. Individuazione planimetrica e caratterizzazione acustica delle sorgenti

I lavori per l'adeguamento delle strutture ENI della Raffineria di Taranto saranno localizzate all'interno dell'Area di Sviluppo Industriale di Taranto situata all'interno del Mar Grande, tra punta Rondinella e il Porto Industriale (Fig.11).

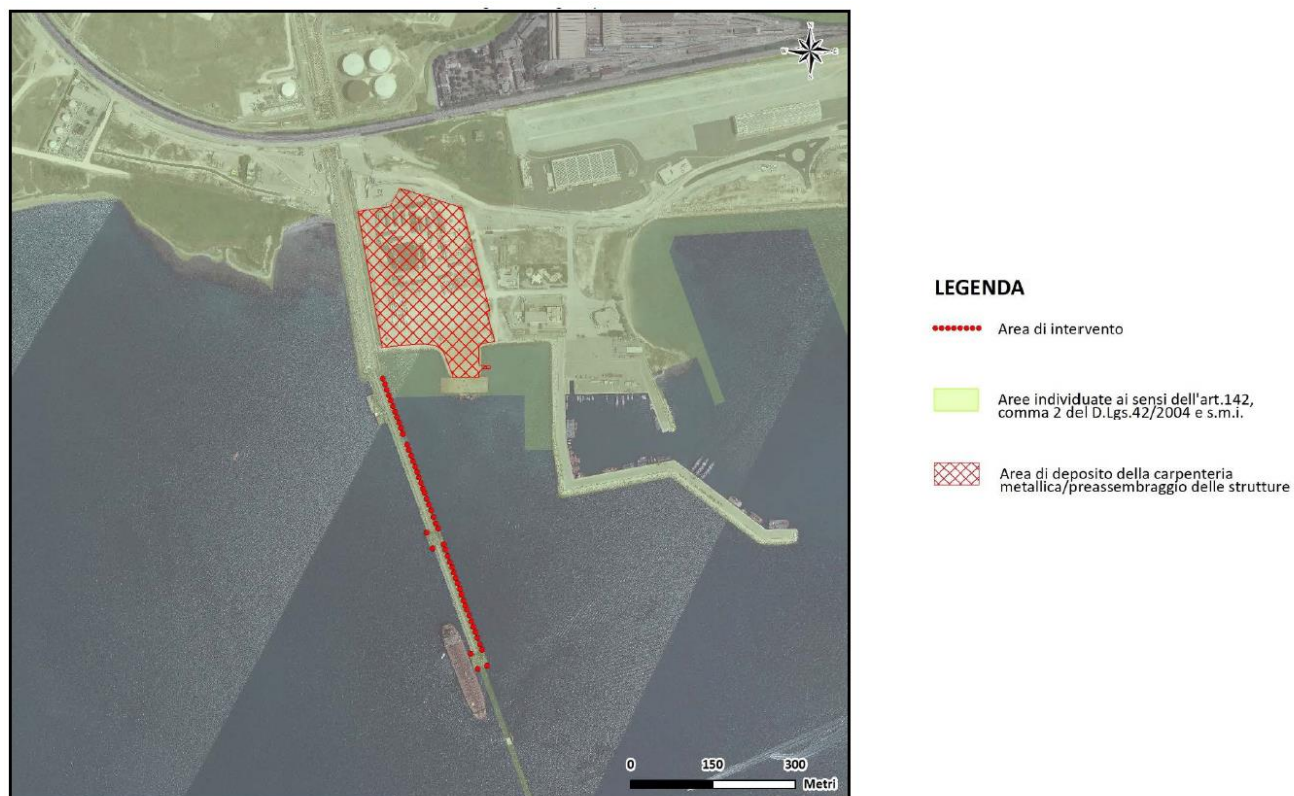


Fig.11 – Stato Ante Operam: opere già autorizzate del Progetto Tempa Rossa

Protocollo per la gestione dell'impatto sui cetacei generato dalle attività di adeguamento del pontile petroli esistente Raffineria ENI di Taranto

Allo scopo di caratterizzare le sorgenti acustiche è necessario tenere presente che le emissioni acustiche non sono dovute soltanto dai lavori di *pile driving* ma anche da tutte le operazioni di cantiere necessarie allo scopo. Infatti i potenziali impatti sulla componente rumore sono dovuti essenzialmente alle emissioni sonore generate dalle macchine operatrici utilizzate per la realizzazione delle opere di palificazione e montaggio della struttura e dai mezzi di trasporto coinvolti. In particolare, le principali sorgenti sonore saranno rappresentate da un battipalo idraulico, due rimorchiatori usati principalmente per il traino delle bettoline e il posizionamento delle ancore e una "crane barge", un motopontone dotato di gru per il sollevamento ed il posizionamento dei pali, la movimentazione dei battipali e la battitura dei pali, nonché per il sollevamento e posizionamento delle travi di collegamento tra i pali infissi e la struttura del pontile esistente. I pali saranno depositati nell'area di cantiere in prossimità del pontile petroli e trasportati fino all'area di installazione mediante mezzi navali come previsto dal progetto. Tali attività di cantiere interesseranno esclusivamente l'area della Raffineria ENI R&M e verranno eseguite unicamente in periodo diurno (06:00 – 22:00). I livelli di potenza sonora del battipalo idraulico, della gru galleggiante e del rimorchiatore, riportate in Tab.6, sono state ricavate da specifiche schede tecniche o studi di settore.

Tipologia Macchina	Potenza Meccanica [kW]	Livello di Potenza sonora [dB(A)]
Battipalo idraulico	-	118
Motopontone	-	112
Rimorchiatore	-	111
Gru	≤ 55	101

Tab.6 - Potenza sonora [dB(A)] delle macchine utilizzate in fase di cantiere

Il calcolo dei livelli di rumore indotti dalle attività di cantiere, è stato effettuato ipotizzando il cantiere come una sorgente puntiforme, con una potenza pari a 120,2 dB(A), data dalla somma energetica delle potenze delle macchine tra le più rumorose quali il battipalo idraulico, pari a 118 dB(A), la gru galleggiante mobile, pari a 112 dB(A), due rimorchiatori da 111 dB(A) e la gru con potenza pari a 101 dB(A), supponendo cautelativamente che queste siano in esercizio contemporaneamente per otto ore al giorno (0-B3-6601-19-05 - Studio preliminare ambientale ENI).

Tuttavia le emissioni di rumore in acqua generate dal *pile driving*, pur considerando la temporaneità del cantiere, stimata in circa 100 giornate, e l'area di intervento limitata, si ritiene possano avere un impatto sui cetacei, anche a causa di effetti cumulativi derivanti dalla ripetitività delle operazioni riguardanti la infissione dei pali nel fondale marino.

Allo scopo di mitigare l'impatto acustico prodotto dalle attività di *pile driving*, la *Jonian Dolphin Conservation* ha predisposto il presente piano di monitoraggio acustico e visivo e la definizione di Zone di Esclusione che rappresentano aree entro le quali esiste un effettivo rischio di provocare disturbi comportamentali, danni temporanei o nella peggiore delle ipotesi danni permanenti ai cetacei stanziali dell'area (Richardson et al., 1995; Southall et al., 2007, 2009; Erbe et al., 2013; Pavia et al., 2015; David 2015).

2. Individuazione e caratterizzazione dei ricettori (cetacei)

Sulla base degli studi condotti da Southall et al (2007; 2009) e Finneran et al (2016), sono state definite le soglie di esposizione oltre le quali il soggetto colpito manifesta la riduzione permanente (PTS) o temporanea (TTS) della sensibilità uditiva. Tali valori soglia SPL (Source Pressure Level) per i cetacei a bassa (LF) media frequenza (MF) e alta frequenza (HF) sono indicati in Tab.7.

Group	Non-impulsive		Impulse			
	TTS Threshold	PTS Threshold	TTS Threshold		PTS Threshold	
	SEL (Weighted)	SEL (Weighted)	SEL (Unweighted)	Peak SPL (Unweighted)	SEL (Weighted)	Peak SPL (Unweighted)
LF	179	199	168	213	183	219
MF	178	198	170	224	185	230
HF	153	173	140	196	155	202

Tab.7 - Soglie TTS/PTS per i mammiferi marini suddivisi in classi di frequenza (Finneran, 2016)

Le considerazioni prodotte dalle ricerche hanno evidenziato che all'interno del Mar Grande e nelle aree limitrofe ai lavori di cantiere è occasionalmente presente la specie *Tursiops truncatus* (Santacesaria et al., 2019), che come suggerisce Southall et al., (2009) sulla base delle caratteristiche acustiche della specie, sono classificati come "cetacei a media frequenza" (MF) i cui valori soglia per l'insorgenza di disturbi comportamentali, danni temporanei e permanenti sono rispettivamente:

- per disturbi comportamentali:

$$SPL = 120 \text{ dB re } 1 \mu\text{Pa}^2 \cdot \text{s}$$

- per TTS (cambiamento temporaneo della soglia uditiva):

$$SPL = 224 \text{ dB re } 1 \mu\text{Pa}^2 \cdot \text{s}$$

- per PTS (ferite all'apparato uditivo o cambiamento permanente della soglia uditiva):

$$SPL = 230 \text{ dB re } 1 \mu\text{Pa}^2 \cdot \text{s}$$

3. Determinazione della "Transmission loss" (TL)

La propagazione del suono/perdita di trasmissione attraverso l'ambiente può dipendere da diversi fattori, che possono variare sia temporalmente che spazialmente (Urlick 1979, 1983; Richardson et al. 1995). Nello specifico, come suggerisce Urlick 1979 tale riduzione dipende sia dalle caratteristiche fisiche del mezzo in cui il flusso di energia si propaga, quali diffusione e assorbimento che insieme definiscono l'attenuazione dell'onda acustica, che da parametri ambientali quali temperatura, salinità e pressione. Infatti molti di questi fattori sono caratteristici del sito. Nel calcolo del *Transmission loss*, tenendo conto che le attività di installazione dei pali cui si riferisce il monitoraggio MMO e PAM è una attività costiera e svolta in acque poco profonde è stata utilizzata la formula raccomandata da NMFS riportata in Manual For Optional User Spreadsheet Tool (Versione 2.2, dicembre 2020) per 2018 Technical Guidance For Assessing The Effects Of Anthropogenic Sound On Marine Mammal Hearing (Versione 2.2) – Underwater Thresholds For Onset Of Permanent And Temporary Thresholds Shifts:

$$TL = N \text{ Log } R2/R1 + \alpha * R2$$

con:

N= 15 per bassi fondali;

R2 indica la distanza tra sorgente e ricevitore;

R1 = 10 per attività di *Pile Driving*

α = funzione dei parametri oceanografici è ≈ 0.4 dB/Km.

4. Delimitazione delle Exclusion Zones – Coordinate

Al fine di definire l'estensione delle *Exclusion Zone* si deve stimare la distanza R, dalla sorgente emittente, necessaria per evitare l'insorgenza di danni permanenti, temporanei o comportamentali ai cetacei a media frequenza. Allo scopo, la determinazione delle EZ in base ai parametri bibliografici e alle caratteristiche dell'area è stata calcolata dalla relazione:

$$SL = RL_i + TL$$

con:

- SL = massimo valore delle emissioni di rumore dalla sorgente (*pile driving*);
- RL_i = valori delle soglie di insorgenza da non superare al ricevitore:
 - RL_{PTS} = livello del SPL PICCO $p-p$ per la soglia di insorgenza al ricevitore di PTS = 230 dB re: $1\mu Pa$;
 - RL_{TTS} = livello del SPL PICCO $p-p$ per la soglia di insorgenza al ricevitore di TTS = 224 dB re: $1\mu Pa$;
 - RL_{DIS} = livello energetico per la soglia di insorgenza al ricevitore di disturbi PTS = 185 dB re: $1\mu Pa^2.s$;

Protocollo per la gestione dell'impatto sui cetacei generato dalle attività di adeguamento del pontile petroli esistente Raffineria ENI di Taranto

- $TL = \text{Transmission Loss} = 15 \log R/R_0$.

con:

- R = distanza tra sorgente e ricevitore
- R_0 = distanza di riferimento per sorgenti nel *pile driving* = 10 m.

In fase di calcolo preventivo della estensione della EZ, per stimare la potenza delle sorgenti di emissione di rumore derivanti dalle operazioni di battitura dell'i-mo palo di sostegno al pontile ENI, si adotta la formula, accettata in letteratura, che lega la potenza sonora "SL" emessa dalla sorgente al diametro "D" del palo in infissione nel fondale marino.

Si scrive:

$$SL = 24,3 D + 179 = 216 \text{ dB re: } 1\mu\text{Pa @ 1 m dalla sorgente}$$

essendo:

D = diametro del palo = 1500 mm = 1,5 m.

In questa ipotesi, noto il valore della Potenza Sonora attribuibile alla sorgente emittente, risulta:

- che la dimensione geometrica della EZ necessaria per il rispetto della soglia iniziale di perdita della sensibilità uditiva permanente è nulla in quanto risulta:

$$SL < 230 \text{ dB re: } 1\mu\text{Pa};$$

- che la dimensione geometrica per la EZ necessaria per il rispetto della soglia iniziale di perdita della sensibilità uditiva temporanea è nulla in quanto risulta:

$$SL < 224 \text{ dB re: } 1\mu\text{Pa}.$$

Invece, per la verifica del rispetto al ricevitore della soglia iniziale della perdita della sensibilità uditiva permanente dovuta al livello di energia sonora SL emessa dalla sorgente, ad una distanza R_{PTS} dalla stessa e nel tempo di misura di 1 s, si calcola:

$$SL = SEL_{PTS} + TL$$

In cui:

- SEL_{PTS} = Livello di energia sonora al ricevitore nel tempo di misura di 1 s per la soglia di insorgenza di disturbi permanenti = 185 dB re: $1\mu\text{Pa}^2 \cdot \text{s}$;
- $TL = \text{Transmission Loss} = 15 \log R_{PTS} / 10$;

ne deriva una distanza R_{PTS} dal punto di emissione in tutte le direzioni pari a:

$$R_{PTS} = 10^{3,066} = 1165 \text{ m} \approx 1200 \text{ m}$$

Protocollo per la gestione dell'impatto sui cetacei generato dalle attività di adeguamento del pontile petroli esistente Raffineria ENI di Taranto

Ne consegue che, in fase preventiva, la EZ si configura come una circonferenza avente centro nel punto di battitura dell'i-mo palo e raggio pari a $R_{PTS} = 1200$ m.

Trattandosi di calcolo preventivo e precauzionale si adotta una EZ avente la forma della circonferenza di raggio $R_{PTS} = 1200$ m e avente centro nel punto mediano dalla radice del molo riferito al nuovo pontile allungato ad 893 m finali.

Di seguito si riporta la rappresentazione planimetrica della EZ preventiva, ovviamente da riferire alla sola parte comprendente il mare, con indicazioni delle coordinate geografiche (sistema di riferimento WGS84-GM) di punti di monitoraggio acustico (Fig.12).

L'effettiva delimitazione della EZ verrà rideterminata mediante misure di rumore in opera che permetteranno di ricalcolare su dati oggettivi la potenza sonora delle sorgenti emittenti.



Fig.12 - Delimitazione della Exclusion zone in fase preventiva

- Coordinate A: 40° 27,956 N – 17° 10,942 E
- Coordinate B: 40° 28,312 N – 17° 12,525 E
- Coordinate C: 40° 27,700 N – 17° 11,909 E

Attività durante le operazioni di realizzazione dell'impianto

L'esecuzione dei lavori comporta l'utilizzo di mezzi navali come motopontoni e bettoline necessarie per il trasporto e l'installazione dei pali e delle infrastrutture prefabbricati che determinano emissioni acustiche. Il rumore emesso nel corso della fase di cantiere sarà tuttavia mitigato dall'utilizzo di attrezzature specifiche idonee allo scopo e al contesto operativo, quali ad esempio martelli idraulici caratterizzati da bassa rumorosità in quanto adatti allo svolgimento di operazioni in contesti portuali urbanizzati (0-B3-6601-19-05 - Studio preliminare ambientale ENI). Sono inoltre previste le seguenti misure di mitigazioni degli impatti sul clima acustico:

- Realizzazione di una cortina di bolle d'aria: questa tecnica si basa sul principio secondo cui la presenza di bolle di aria determina un'attenuazione della propagazione del suono in acqua (Fig.13a; b). Per garantire l'efficacia dell'intervento, la cortina d'aria intorno alla fonte del suono (il palo) dovrà essere continua; per questa ragione è preferibile l'attuazione di questa tipologia di intervento con sistemi fisici di confinamento delle bolle, che determinano, a loro volta, un efficace azione di contenimento dell'emissione sonora.



Fig.13 a. Sistema di confinamento a bolle d'aria

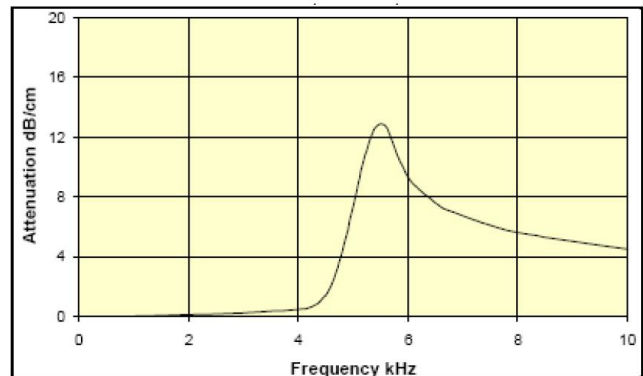


Fig.13 b. Curva di attenuazione del rumore per valori tipici di concentrazione di aria e diametro delle bolle

Per quanto riguarda le operazioni di monitoraggio specifico a tutela dei cetacei, le attività verranno coordinate come segue:

- Organizzazione delle squadre operative di MMO: tutti i MMO coinvolti nelle attività, debitamente formati e preparati secondo le modalità illustrate in precedenza, vengono organizzati in turni operativi, nel rispetto delle regole di disciplina del lavoro ed in modo da garantire la massima efficienza;
- La squadra di MMO viene gerarchizzata e vengono nominati i Responsabili di turno dei MMO, in numero sufficiente a garantire la presenza di un Responsabile per ogni turno di lavoro. Il Responsabile di turno riceve tutte le informazioni relative alle attività di osservazione e

Protocollo per la gestione dell'impatto sui cetacei generato dalle attività di adeguamento del pontile petroli esistente Raffineria ENI di Taranto

- sorveglianza dai MMO in campo ed è l'unico preposto del gruppo a comunicare con il Referente di cantiere;
- Predisposizione della stazione per l'acquisizione e registrazione dei segnali acustici;
- Durante lo svolgimento delle attività di *piling* verrà posizionato un sistema RASP (Registratore Acustico Subacqueo Programmabile) posto ad una distanza non superiore ai 500 metri dalla sorgente di emissione. Questo bottom recorder permette di registrare dati acustici con banda da 10 Hz a 48kHz. I dati acquisiti saranno consegnati al committente unitamente a un verbale delle attività svolte e delle eventuali sospensioni dei lavori;
- Verranno monitorate diverse stazioni di campionamento individuate in prossimità all'area interessata dalle attività di palificazione. Le singole stazioni saranno monitorate per 30 minuti consecutivi. Il sistema acquisisce e registra dati acustici rendendoli disponibili in tempo reale, ad un PC installato sul mezzo nautico d'appoggio. Il sistema è costituito da un singolo idrofono a larga banda con preamplificatore regolabile calibrato. I dati, con banda 0 - 96 KHz, verranno registrati sulla stazione ricevente. Un operatore gestirà i dati del sistema ed effettuerà costantemente, durante le fasi di battitura del palo il monitoraggio acustico con l'ausilio congiunto di cuffie (per la banda audio) e rappresentazione spettrografica. L'operatore acustico sarà in contatto sia con il team visual dei MMO che con il responsabile dei MMO per assicurare la piena sincronia delle operazioni. Le registrazioni acustiche verranno effettuate per tutto il periodo in cui la sorgente è attiva e saranno conservate per almeno un anno dopo il termine delle attività;
- Registrazione di ogni avvistamento e/o contatto acustico con le informazioni geografiche e temporali, e comunque registrazione di una linea di log ogni 30 minuti riportando i dati geografici, temporali e meteorologici e ogni qual volta si verifichi una variazione delle stesse o un evento degno di nota avvalendosi del Marine Mammal Recording Form descritto in precedenza;
- Monitoraggio visivo operato dai MMO con i mezzi e secondo le modalità specificate. L'attività di osservazione in mare sarà avviata sempre almeno 30 minuti prima dell'orario previsto per l'attivazione della fonte di rumore e procederà per tutto il tempo di svolgimento delle attività di palificazione;
- Monitoraggio acustico passivo (PAM) al fine di assicurare che non siano presenti cetacei nella EZ almeno per 30 minuti prima di avviare le sorgenti acustiche. L'intera EZ deve essere chiaramente visibile agli osservatori per tutti i 30 minuti. Le osservazioni, acustiche e visive, devono proseguire durante tutta l'attività di emissione;

Protocollo per la gestione dell'impatto sui cetacei generato dalle attività di adeguamento del pontile petroli esistente Raffineria ENI di Taranto

- A seguito della osservazione diretta e dell'analisi delle registrazioni sonore, qualora entrambe diano indicazione dell'assenza di cetacei nella EZ per almeno i 30 minuti precedenti, i MMO comunicano, attraverso il Responsabile di turno al Referente di cantiere l'assenso all'avvio delle attività;
- La prima accensione della sorgente di rumore avverrà alla potenza minima e successivamente verrà incrementata fino al raggiungimento della potenza desiderata, secondo la tecnica del *soft-start*. La durata del *soft start* non potrà essere inferiore a 20 minuti, frazionando in modo adeguato gli incrementi di potenza, così da consentire ad eventuali animali presenti nell'area circostante la EZ di allontanarsi in sicurezza;
- In caso un animale o un gruppo di essi sia presente o entri nella EZ durante i 30 minuti di osservazione precedenti all'attivazione della sorgente, attendere nuovamente 30 minuti da quando l'animale è stato visto lasciare la EZ;
- In caso un animale o un gruppo di essi entri o stia per entrare nella *Exclusion Zone*, il MMO deve tempestivamente richiedere la diminuzione dell'intensità PD (*power down*) della sorgente ed eventualmente la cessazione SD (*shut down*) della stessa;
- Quando l'attività di palificazione è a piena potenza, potrebbe non essere possibile interrompere le attività di palificazione per motivi tecnici. In questa circostanza non vi è alcun obbligo di SD o di PD se un Cetaceo viene rilevato nella zona di mitigazione. In questo caso i MMO dovranno comunicare al Direttore dei Lavori o suo delegato la presenza dei cetacei nella EZ, i quali potranno decidere di non effettuare SD o PD per motivi tecnici;
- Lo *shut down* comporta lo spegnimento completo della sorgente acustica; dopo un avvistamento con relativo PD o SD, la sorgente può essere riattivata quando l'animale è stato visto lasciare la EZ; in caso l'animale non sia stato visto lasciare la EZ, dopo 15 minuti dall'ultimo contatto visivo nel caso di piccoli cetacei; dopo 30 minuti nel caso di cetacei di grandi dimensioni;
- Dopo un PD, uno SD o una qualsiasi interruzione dovuta a ragioni tecniche, la sorgente può essere riattivata direttamente a piena potenza se la sospensione/riduzione sia durata meno di 8 minuti. In tutti gli altri casi, deve essere ripetuto il SS. Non sono richiesti i 30 minuti di osservazione preventiva nel caso il monitoraggio dei MMO sia proseguito senza interruzione o nel caso la sorgente sia stata mantenuta attiva al livello di intensità iniziale minima dopo un PD;
- In caso di spiaggiamenti o avvistamenti di carcasse potenzialmente legati alle operazioni (secondo il giudizio del Responsabile MMO), far interrompere ogni emissione acustica,

Protocollo per la gestione dell'impatto sui cetacei generato dalle attività di adeguamento del pontile petroli esistente Raffineria ENI di Taranto

avvertire le autorità competenti e dedicare ogni possibile sforzo alla comprensione delle cause di morte;

- In caso di comportamenti anomali degli animali osservati nelle vicinanze delle operazioni, è facoltà dei MMO di richiedere la cessazione di ogni emissione acustica per determinare la causa del comportamento osservato ed evitare il suo protrarsi;
- I MMO devono essere messi in grado di raccogliere con facilità e precisione i dati relativi alla presenza dei cetacei, utilizzando mezzi idonei, e devono essere inseriti nel flusso delle informazioni concernenti le operazioni di cantiere, per poter adattare il livello di attenzione e comunicare prontamente con gli operatori;
- 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 si riducono drasticamente. Per l'acustica, condizioni di propagazione particolarmente sfavorevoli possono limitare severamente il raggio di detenzione degli idrofoni. I MMO devono registrare e comunicare al Referente di 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 Responsabile MMO potrebbe chiedere lo SD a suo insindacabile giudizio (interruzione delle attività).

Verifiche in fase di infissione dei monopali

Durante le operazioni di infissione dei monopali saranno eseguite in acqua le misurazioni del rumore con le modalità, la strumentazione e nelle postazioni di misura indicate nel presente Protocollo.

Tali misurazioni permetteranno, tra l'altro, di verificare l'attendibilità dei dati utilizzati in fase previsionale nonché di stimare l'effettivo livello di rumorosità derivante dalla sorgente (monopalo in fase di infissione) e in conseguenza, di adeguare l'estensione delle Zona di Esclusione in caso di misurazione di livelli più o meno elevati dei parametri descrittivi SPL PICCO_{p-p}, SEL riferiti alla sorgente emittente rispetto ai valori soglia. Questa comparazione permetterà di verificare la idoneità della valutazione della *Transmission Loss* effettuata con modelli matematici o con le usuali formule durante la fase *ante operam* e quindi di rendere più o meno restrittivo il protocollo.

Infatti, i valori misurati del rumore emesso dalle sorgenti saranno utilizzati per stimare la distanza alla quale il livello di rumorosità connesso alle operazioni di *piling* si attenua in modo da confondersi con il rumore di fondo.

Riferimenti bibliografici

- O-B3-6601-19-05 - Studio preliminare ambientale ENI - Adeguamento delle strutture della Raffineria di Taranto per la movimentazione del Greggio Tempa Rossa Adeguamento del Pontile Petroli esistente.
- Bailey, H., Senior, B., Simmons, D., Rusin, J., Picken, G., Thompson, P. M. (2010). Assessing underwater noise levels during pile-driving at an offshore windfarm and its potential effects on marine mammals. *Marine pollution bulletin*, 60(6), 888-897.
- Bearzi, G., Reeves, R.R., Notarbartolo di Sciara, G., Politi, E., Canadas, A.N.A., Frantzis, A., Mussi, B., 2003. Ecology, status and conservation of short-beaked common dolphins *Delphinus delphis* in the Mediterranean Sea. *Mamm Rev.* 33 (3-4), 224–252. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2907.2003.00032.x>
- Bearzi, G., Fortuna, C., Reeves, R., 2021“*Tursiops truncatus* (Mediterranean subpopulation)”, The IUCN Red List of Threatened Species, e.T16369383A16369386.
- 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). *Ecological indicators*, 69, 707-721.
- Carlucci, R., Maglietta, R., Buscaino, G., Cipriano, G., Milella, A., Pollazzon, V., Fanizza, C. 2017. Review on research studies and monitoring system applied to cetaceans in the gulf of taranto (northern ionian sea, central-eastern mediterranean sea). In *2017 14th IEEE International Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance (AVSS)*. 1-6.
- Carlucci, R., Cipriano, G., Paoli, C., Ricci, 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, 177-192.
- Carlucci, R., Cipriano, G., Ricci, P., Pollazzon, V., Capezzuto F., De Leonardis C., Maglietta R., Renò V., Fanizza C. 2018a. Update Occurrence Of *Physeter Macrocephalus* Linnaeus, 1758 (Cetartiodactyla, Physeteridae in The Gulf Of Taranto (Northern Ionian Sea, Central-Eastern Mediterranean Sea). *Biol. Mar. Mediterr.* (2018), 25 (1): 296-297.

Protocollo per la gestione dell'impatto sui cetacei generato dalle attività di adeguamento del pontile petroli esistente Raffineria ENI di Taranto

- Carlucci, R., Baş, A. A., Liebig, P., Renò, V., Santacesaria, F. C., Bellomo, S., 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 Research*, 1-11.
- Carlucci, R., Cipriano, G., Santacesaria, F. C., Ricci, P., Maglietta, R., Petrella, A., Mazzariol, S., De Padova, D., Mossa, M., Bellomo, S., Fanizza, C. 2020a. Exploring data from an individual stranding of a Cuvier's beaked whale in the Gulf of Taranto (Northern Ionian Sea, Central-eastern Mediterranean Sea). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 533, 151473.
- *Cetacean Critical Habitats (CCH)* (ACCOBAMS, 2017; IUCN Marine Mammal Protected Areas Task Force, 2018).
- Costello, M.J., Coll, M., Danovaro, R., Halpin, P., Ojaveer, H., Miloslavich, P., 2010. A census of marine biodiversity knowledge, resources, and future challenges. *PLoS One* 5. (8), e12110.
- David, J. A. (2006). Likely sensitivity of bottlenose dolphins to pile-driving noise. *Water and Environment Journal*, 20(1), 48-54.
- Direttiva quadro sulla strategia per l'ambiente marino – MSFD-2008/56/CE
- 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. Erbe, C., Marley, S.A., Schoeman, R.P., Smith, J.N., Trigg, L.E., Embling, C.B., 2019. The Effects of Ship Noise on Marine Mammals—A Review. *Front. Mar. Sci.* 6, 606.
- Erbe, C. (2013). International regulation of underwater noise. *Acoustics Australia*, 41(1), 12-19.
- Erbe C., Marley S.A., Schoeman R.P., Smith J.N., Trigg L.E., Embling C.B., 2019. The Effects of Ship Noise on Marine Mammals—A Review. *Frontiers in Marine Science*. 6, 606. Fanizza, C., Dimatteo, S., Pollazon, V., Prunella, V., & Carlucci, R., 2014. An update of cetaceans occurrence in the gulf of taranto (western-central mediterranean sea)/ aggiornamento degli avvistamenti di cetacei nel Golfo di Taranto (mediterraneo centro-occidentale). *Biol. Mar. Mediterr.* 21(1), 373.
- Finneran, J. J. 2016. Auditory weighting functions and TTS/PTS exposure functions for marine mammals exposed to underwater noise. Space and Naval Warfare Systems Center Pacific San Diego United States.

Protocollo per la gestione dell'impatto sui cetacei generato dalle attività di adeguamento del pontile petroli esistente Raffineria ENI di Taranto

- Gonzalvo, J., Valls, M., Cardona, L., Aguilar, A., 2008. Factors determining the interaction between common bottlenose dolphins and bottom trawlers off the Balearic Archipelago (western Mediterranean Sea). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 367 (1), 47–52.
- Greene, C. R., Jr., Richardson, W. J., 1988. Characteristics of marine seismic survey sounds in the Beaufort Sea. *Journal of the Acoust. Soc. Am.* 83, 2246- 2254.
- *Important Marine Mammal Areas (IMMAs)* (IUCN Marine Mammal Protected Areas Task Force, 2018).
- 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.
- Irish Dept. Of Communication, Energy and Natural Resources, 2007
- MacGillivray A., Racca R., Li Z., 2014. Marine mammal audibility of selected shallow-water survey sources. *Journal of the Acoust. Soc. Am.* 135(1): EL35–EL40.
- Manea, E., Di Carlo, D., Depellegrin, D., Agardy, T., Gissi, E., 2019. Multidimensional assessment of supporting ecosystem services for marine spatial planning of the Adriatic Sea. *Ecol. Indicat.* 101, 821–837.
- Manual For Optional User Spreadsheet Tool (Versione 2.2, dicembre 2020) per 2018 Technical Guidance For Assessing The Effects Of Anthropogenic Sound On Marine Mammal Hearing (Versione 2.2) – Underwater Thresholds For Onset Of Permanent And Temporary Thresholds Shifts.
- *Marine Protected Area (Ecologically and Biologically Significant Areas, EBSA)* (Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2004; UNEP, 2008, 2012).
- Merchant, N. D., Fristrup, K. M., Johnson, M. P., Tyack, P. L., Witt, M. J., Blondel, P., & Parks, S. E., 2015. Measuring acoustic habitats. *Methods Ecol. Evol.* 6(3), 257-265.
- Merchant, N. D., Fristrup, K. M., Johnson, M. P., Tyack, P. L., Witt, M. J., Blondel, P., Parks, S. E., 2015. Measuring acoustic habitats. *Methods Ecol. Evol.* 6(3), 257-265.
- Micheli, F., Levin, N., Giakoumi, S., Katsanevakis, S., Abdulla, A., Coll, M., Frascchetti, S., Kark, S., Koutsoubas, D., Mackelworth, P., Maiorano, L., Possingham, H.P., 2013. Setting priorities for regional conservation planning in the Mediterranean Sea. *PloS One*.8 (4), e59038.

Protocollo per la gestione dell'impatto sui cetacei generato dalle attività di adeguamento del pontile petroli esistente Raffineria ENI di Taranto

- Nedwell J., Langworthy J.; Howell D., 2003. Assessment of sub-sea acoustic noise and vibration from offshore wind turbines and its impact on marine wildlife; initial measurements of underwater noise during construction of offshore windfarms, and comparison with background noise. (Report No. 544 R 0424). Report by Subacoustech Ltd. Report for The Crown Estate.
- Notarbartolo di Sciara, G., 2002. Summary. In: Notarbartolo di Sciara, G. (Ed.), Cetaceans of the Mediterranean and Black Seas: State of Knowledge and Conservation Strategies. A Report to the ACCOBAMS Secretariat, Monaco, February 2002, Section 1,5.
- Notarbartolo di Sciara G. 2010. Conservazione dei cetacei in Italia: inquadramento strategico e linee guida. Documento preparato per il Centro Interdipartimentale di Bioacustica e Ricerche Ambientali (CIBRA) dell'Università di Pavia. 53.
- Notarbartolo di Sciara, G., Hoyt, E., Reeves, R., Ardron, J., Marsh, H., Vongraven, D., Barr, B., 2016. Place-based approaches to marine mammal conservation. *Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.* 26, 85–100.
- Pace, D.S., Tizzi, R., Mussi, B., 2015. Cetaceans value and conservation in the Mediterranean Sea. *J. Biodivers. Endanger. Species S1, S1004.*
- Pavan, G. 2006. Guidelines to address the issue of the impact of anthropogenic noise on marine mammals in the ACCOBAMS area. In *Report to the 3rd meeting of the ACCOBAMS Scientific Committee. Document Revision (Vol. 2).*
- Paiva, EG, Salgado Kent, CP, Gagnon, MM, McCauley, R. Finn, H. (2015). Reduced detection of Indo-Pacific bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus*) in an inner harbour channel during pile driving activities. *Acqua. Mamm* , 41 (4), 455-468.
- Richardson W.J., Greene C.R., Malme C.I., Thompson D.H. 1995. *Marine Mammals and Noise.* Academic Press, San Diego, 576.
- Roman, J., McCarthy, J.J., 2010. The whale pump: marine mammals enhance primary productivity in a coastal basin. *PloS One* 5 (10), e13255.
- Santacesaria, F. C., Bellomo, S., Fanizza, C., Maglietta, R., Renò, V., Cipriano, G., & Carlucci, R. (2019, October). Long-term residency of *Tursiops truncatus* in the Gulf of Taranto (Northern Ionian Sea, Central-eastern Mediterranean Sea). In *Proceedings IEEE Metrology for the Sea2019 IMEKO TC-19 International Workshop on Metrology for the Sea, Genoa, Italy 28-32.*

Protocollo per la gestione dell'impatto sui cetacei generato dalle attività di adeguamento del pontile petroli esistente Raffineria ENI di Taranto

- Southall et al 2007. Marine manual noise exposure criteri: initial scientific recommendation. Aquatic Manuals 33,411-521
- 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. J. Acoust. Soc. Am.. 125(4), 2517-2517.
- *Specially Protected Areas of Mediterranean Importance (SPAMI)* (UNEP/MAP RAC/SPA, 1995)
- *Special Areas of Conservation (SAC)* (DG Environment, 2007; EC, 2012; EC, 2018).
- Technical guidance for assessing the effects of anthropogenic sound on marine mammal hearing (july 2016) Page ii. Recommended citation: National Marine Fisheries Service. 2016. Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing: Underwater Acoustic Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts. U.S. Dept. of Commer., NOAA. NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-55, 178.
- Urick, R. J. 1979. Sound propagation in the sea. Darpa.
- Urick, R.J., 1983. *Principles of Underwater Sound*. Peninsula Publishing. Los Altos
- Wells, R. S., Scott, M. D., 1999. Bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821). *Handbook of marine mammals: the second book of dolphins and porpoises*. 6, 137-182.

MARINE MAMMAL RECORDING FORM - COVER PAGE

Regulatory reference number (e.g. DECC no., BOEM permit no., OCS lease no., etc.)	Country	Location	Ship/ platform name
Client	Contractor		Survey type
Start date	End date		site 2D VSP 3D WAZ 4D piling OBC explosives 4C other

Number of source vessels	Type of source (e.g. airguns)	Number of airguns (only if airguns used)	Source volume (cu. in.)
Source depth (metres)	Frequency (range in which peak energy is emitted, in Hz)	Intensity (primary peak-to-peak amplitude in dB re. 1µPa or bar metres)	Shot point interval (metres)
Method of soft start			
increase number of guns	increase frequency (where permitted)	increase pressure (where permitted)	increase number and frequency increase number and pressure other

Visual monitoring equipment used (e.g. binoculars, big eyes, etc.)	Magnification of optical equipment (e.g. binoculars)	Height of eye above water surface (metres)	How was distance of animals estimated?
			by eye with laser rangefinder with rangefinder stick/ callipers with reticle binoculars by relating to object at known distance other
Number of dedicated MMOs		Training of MMOs	
		JNCC approved MMO training course for UK waters PSO training course for the Gulf of Mexico MMO training course for Irish waters MMO training course for New Zealand waters other none	

Was PAM used?	Number of PAM operators
yes no	

Description of PAM equipment		
Range of PAM hydrophones from airguns (metres)	Bearing of PAM hydrophones from airguns (relative to direction of travel)	Depth of PAM hydrophones (metres)

MARINE MAMMAL RECORDING FORM - OPERATIONS

Regulatory reference number

(e.g. DECC no., BOEM permit no., OCS lease no., etc.)

Ship/ platform name

Complete this form every time the airguns are used, including overnight, whether for shooting a line or for testing or for any purpose.
Times should be in UTC, using the 24 hour clock.

Date	Reason for firing l = line t = test x = test followed immediately by line	Time soft start/ ramp-up began	Time of full power	Time of start of line	Time of end of line	Time of reduced output (if relevant)	Time airguns/ source stopped	Time pre-shooting search began	Time search ended	Time PAM began	Time PAM ended	Depth range (during pre-shooting search) s = <200m d = >200m b = both	Was it day or night in period prior to firing? d = day n = night w = dawn k = dusk	Was any mitigating action required? (yes/ no)

MARINE MAMMAL RECORDING FORM - EFFORT

Regulatory reference number

Ship/ platform name

(e.g. DECC no., BOEM permit no., OCS lease no., etc.)

Record the following for all watches, even if no marine mammals are seen.

START A NEW LINE IF SOURCE ACTIVITY OR WEATHER CHANGES. ENTER DATA AT LEAST EVERY HOUR.

Date	Visual watch or PAM (v/ p)	Observer's/ operator's name(s)	Time of start of section of watch (UTC, 24hr clock)	Time of end of section of watch (UTC, 24hr clock)	Source activity (f/ s/ r/ n/ v)	Start position (latitude and longitude)	Depth at start (m)	End position (latitude and longitude)	Depth at end (m)	Speed of vessel (knots)	Wind dir'n	Wind force (B'fort scale)	Sea state (g/ s/ c/ r)	Swell (o/ m/ l)	Vis. (visual watch only) (p/ m/ g)	Sun glare (visual watch only) (n/ wf/ sf/ vf/ wb/ sb/ vb)	Precip. (n/ l/ m/ h/ s)

Visual watch or PAM: v = visual watch; p = PAM

Source activity: f = full power; s = soft start; r = reduced power (not soft start); n = not active; v = variable (e.g. tests)

Sea state: g = glassy (like mirror); s = slight (no/ few white caps); c = choppy (many white caps); r = rough (big waves, foam, spray)

Swell: o = low (< 2 m); m = medium (2-4 m); l = large (> 4 m)

Visibility: p = poor (< 1 km); m = moderate (1-5 km); g = good (> 5 km)

Sun glare: n = none; wf = weak forward; sf = strong forward; vf = variable forward; wb = weak behind; sb = strong behind; vb = variable behind

Precipitation: n = none; l = light rain; m = moderate rain; h = heavy rain; s = snow

MARINE MAMMAL RECORDING FORM - SIGHTINGS

Regulatory reference number (e.g. DECC no., BOEM permit no., OCS lease no., etc.)	Ship/ platform name	Sighting number (start at 1 for first sighting of survey)	Acoustic detection number (start at 500 for first detection of survey)	
Date		Time at start of encounter (UTC, 24hr clock)	Time at end of encounter (UTC, 24hr clock)	
Were animals detected visually and/ or acoustically? visual acoustic both	How were the animals first detected? visually detected by observer keeping a continuous watch visually spotted incidentally by observer or someone else acoustically detected by PAM both visually and acoustically before operators/ observers informed each other			
Observer's/ operator's name		Position (latitude and longitude)		Water depth (metres)
Species/ species group		Description (include features such as overall size; shape of head; colour and pattern; size, shape and position of dorsal fin; height, direction and shape of blow; characteristics of whistles/ clicks)		
Bearing to animal (when first seen or heard) (bearing from true north)	Range to animal (when first seen or heard) (metres)			
Total number	Number of adults (visual sightings only)	Number of juveniles (visual sightings only)	Number of calves (visual sightings only)	Photograph taken yes no
Behaviour (visual sightings only)				
Direction of travel (relative to ship) towards ship away from ship parallel to ship in same direction as ship parallel to opposite direction to ship crossing perpendicular ahead of ship			Direction of travel (compass points) N W NE NW E variable SE stationary S unknown SW	
Airgun (or other source) activity when animals first detected full power not firing soft start reduced power (other than soft start)	Airgun (or other source) activity when animals last detected full power not firing soft start reduced power (other than soft start)	Time animals entered mitigation/ exclusion zone (UTC, 24hr clock)		Time animals left mitigation/ exclusion zone (UTC, 24hr clock)
		Closest distance of animals from airguns (or other source) (metres)		Time of closest approach (UTC, 24hr clock)
If seen during soft start give: First distance Closest distance Last distance during soft start (metres)	What action was taken? (according to requirements of guidelines/ regulations in country concerned) none required delay start of firing shut-down of active source power-down of active source power-down then shut-down of active source	Length of power-down and/ or shut-down (if relevant) (length of time until subsequent soft start, in minutes)	Estimated loss of production (if relevant) due to mitigating actions (km)	