



Jonian Dolphin Conservation  
*Environmental protection*

# Jonian Dolphin Conservation

Marine Mammals Visual and Acoustic Surveys

## **Protocollo**

*per la gestione dell'impatto sui Cetacei del  
rumore generato dalla realizzazione del parco  
eolico nella rada esterna del porto di  
Taranto*



## **Indice**

<b>Premessa</b>	Pag.	3
Scopo del protocollo	Pag.	4
L'impianto di aerogenerazione near-shore di Taranto	Pag.	4
I Cetacei del Golfo di Taranto	Pag.	6
Aspetti normativi sui cetacei nei Mari italiani e grado di protezione delle specie	Pag.	8
Linee guida	Pag.	10
Il suono in acqua	Pag.	11
Effetti del rumore sui Mammiferi marini	Pag.	12
Livelli sonori critici	Pag.	14
Predisposizione del gruppo dei Marine Mammals Observers	Pag.	15
<b>Procedure di applicazione</b>	Pag.	16
Attività ante operam	Pag.	16
Attività durante le operazioni di realizzazione dell'impianto	Pag.	18
Variazioni del protocollo standard	Pag.	23
<b>Riferimenti bibliografici</b>	Pag.	24

## 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 (Direttiva quadro sulla strategia per l'ambiente marino - 2008/56/CE). 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 arrecato dal rumore alla fauna marina e sicuramente ad evitare danni fisici diretti.

L'installazione di generatori eolici *off-shore*, produce 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 (onset) dai seguenti valori:

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

**SEL = 183 dB re 1  $\mu$  Pa<sub>2.s</sub>**

- per TTS (cambiamento temporaneo della soglia uditiva):

**SEL = 168 dB re 1  $\mu$  Pa<sub>2.s</sub>**

La scelta dei succitati "valori soglia", è stata effettuata sulla base della relazione sull'indagine *ante operam* effettuata e costituente parte integrante del presente "Protocollo" ed in relazione ai dati disponibili in letteratura (Southall et al (2007) – Marine manual noise exposure criteri: initial scientific recommendation. Aquatic Manuals 33,411-521). In linea generale, è necessario basare procedure e protocolli su un approccio conservativo che rifletta i livelli di incertezza (*best practices*, Richardson, 1995), oltretutto agire applicando il principio di precauzione.

Le tecniche di monitoraggio dei Cetacei che verranno applicate per la realizzazione di quest'opera prevedono, come richiesto dalle prescrizioni indicate dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare nel paragrafo A.3, sia l'avvistamento che la detezione acustica.

### **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 dalla realizzazione di un parco eolico nella rada esterna del porto di Taranto, in osservanza alle prescrizioni sancite dal Ministero dell'Ambiente il 24/07/2012 nel provvedimento autorizzativo dell'opera (DVA/2012/0000391), al fine di evitare di disorientare eventuali mammiferi marini presenti nella zona, durante le fasi di battitura del palo e di lavorazioni rumorose in genere.

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 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 in acqua di Cetacei tramite il posizionamento di gruppi di idrofoni posizionati intorno all'area di cantiere;
- dare avvio allo svolgimento dell'operazione rumorosa qualora non vengano né segnalati 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, che produrranno una relazione specifica sull'argomento che sarà trasmessa per la verifica di ottemperanza al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. 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.

### **L'impianto di aerogenerazione near-shore di Taranto**

La centrale eolica *near-shore* in progetto è un impianto la cui potenza nominale complessiva è 30 MW. Il parco eolico è costituito da 10 turbine da 3 MW ciascuna. Le turbine sono posizionate con una distanza minima tra le file di circa  $3 \times D$ , dove  $D$  è il diametro del rotore pari a circa 126 m. Il rotore delle turbine è posizionato ad una altezza di circa 105 m s.l.m.

La parte sommersa della torre varia da 3 m a 18 m; la fondazione si spinge fino ad una profondità che raggiunge i 30 m - 35 m dal limite del fondale. L'energia prodotta da ciascuna turbina eolica in bassa tensione è trasformata a 33 kV dal trasformatore presente nella turbina stessa e trasportata alla base della torre attraverso i cavi in essa installati e quindi trasportata a terra

mediante i cavi sottomarini di collegamento con la costa. Giunti a terra nel punto di approdo i cavi sottomarini vengono fatti proseguire in un cavidotto interrato sino al punto di giunto, appena in prossimità della riva, ove vengono uniti ai cavi di collegamento a terra che trasportano l'energia alla cabina di trasformazione da 33 kV a 150 kV e quindi immessa alla rete elettrica nazionale.

Quali strutture di fondazione per gli aerogeneratori vengono utilizzati monopali in acciaio, sui quali vengono installate delle cosiddette strutture di transizione cui si connette la flangia di base della torre ed alla quale è connessa la piattaforma di servizio assieme alle scale di accesso e le strutture passacavi.

Il monopalo ha diametro esterno massimo di 5,0 m, spessore minimo di 60 mm (max 70 mm) ed un'altezza d'infissione del palo compreso tra 30 m e 35 m. Le prospezioni geofisiche effettuate in adiacenza del sito evidenziano che il fondo è costituito da uno strato di circa 1 m di materiale inconsistente, al di sotto del quale si trovano strati di argilla grigio-azzurre del Bradano.

Il dimensionamento delle fondazioni è stato effettuato considerando i dati geotecnici disponibili per aree limitrofe.

I pali di fondazione vengono installati in mare utilizzando un pontone di tipo **self-elevating**. Questo tipo di imbarcazione è in grado di caricare molti pali in porto e di trasportarli fino al sito destinato all'ubicazione delle torri eoliche.

Una volta arrivati sul sito, il pontone viene posizionato e fissato con delle ancore nel punto stabilito. Quindi le gambe del pontone vengono abbassate e il pontone viene tirato completamente o parzialmente fuori dall'acqua, formando una piattaforma di lavoro stabile.

Una volta posizionato il pontone, i pali di fondazione vengono eretti e posti in mare. Per portare i pali in posizione verticale viene utilizzato un inclinatore (**tilting frame**), che può essere aggiustato in tutte le direzioni per assicurare che il palo sia nell'esatta collocazione e sia perfettamente verticale con un tolleranza di 0,1° nella verticale. Il palo viene allineato sulla verticale, quindi il maglio viene messo in posizione e si inizia a piantare il palo utilizzando un martello idraulico.

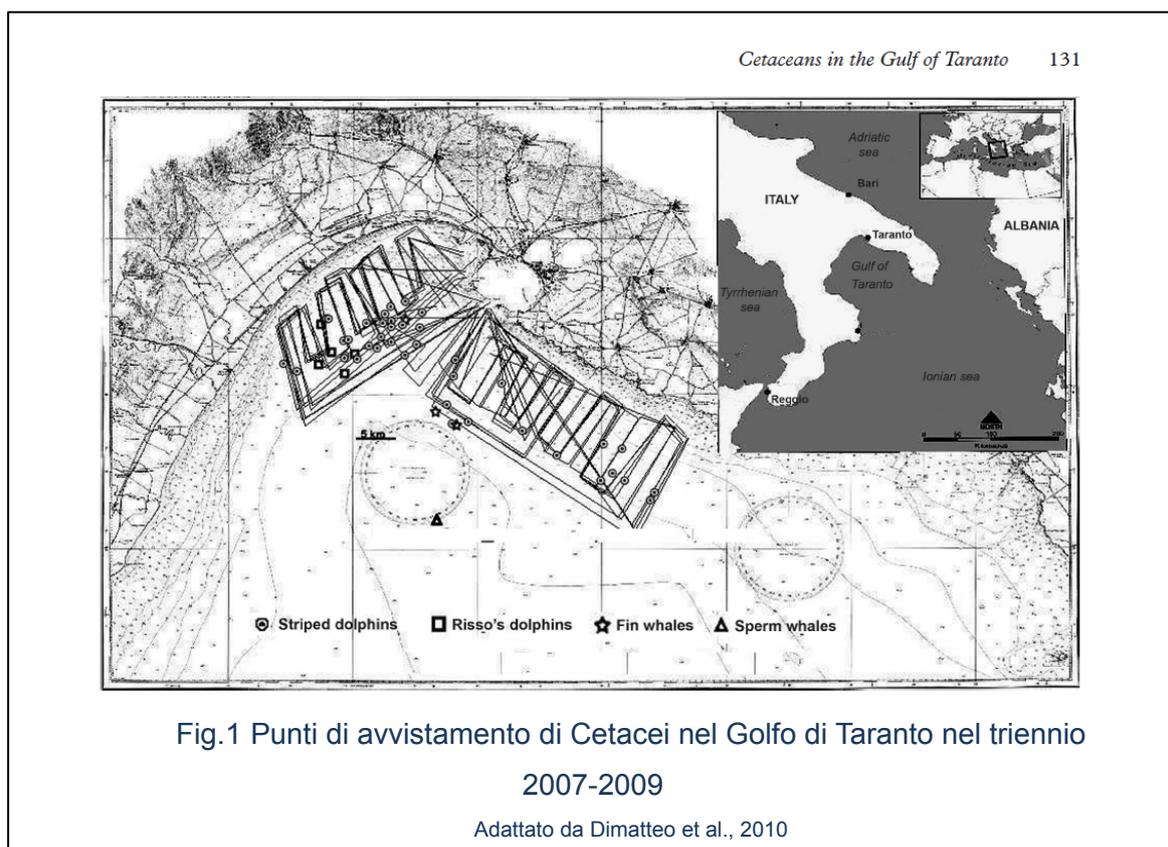
L'installazione di generatori eolici off-shore può produrre elevati livelli di rumore, anche per periodi prolungati, a seconda delle tecnologie utilizzate e delle caratteristiche locali di propagazione inclusa la propagazione attraverso il substrato (**groundborne path**).

Lavori di costruzione sulla costa, possono diffondere rumore dovuto alle operazioni di **pile drivers** o utilizzo di martelli pneumatici, su una vasta area specialmente in caso di substrato roccioso. I tradizionali pianta pali a percussione producono vibrazioni che ben si propagano e sono in grado di insonificare ampie aree di mare a distanze superiori ai 100Km;

## 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, 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). Le osservazioni sulla presenza e l'abbondanza dei cetacei nel bacino Ionico sono per lo più relativi agli spiaggiamenti (Centro Studi Cetacei, 1999; Banca dati spiaggiamenti cetacei Puglia ex DPGR 58/88). I dati riportati nella bibliografia sugli avvistamenti effettuati su animali in vita sono disponibili per la porzione meridionale del Mar Ionio, soprattutto in merito al capodoglio (IFAW, 2006), mentre sono pressoché assenti per lo Ionio settentrionale (Golfo di Taranto), ad eccezioni di alcuni molto occasionali (Bompar, 2000; Lacey et al., 2005).

Nell'area circostante il sito di realizzazione (Fig.1) dell'impianto di aerogenerazione (parte settentrionale del Golfo di Taranto) le ricerche condotte (Dimatteo et al., 2010) 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.



Nello specifico le ricerche hanno evidenziato che i pochi dati disponibili nel passato, limitati agli spiaggiamenti ed a pochissime ricerche in mare (Cerioni et al., 1995), non fornivano indicazioni sufficienti in merito alla presenza delle diverse specie di Cetacei nel bacino ed alla loro distribuzione ed abbondanza. I dati emersi a seguito delle campagne di avvistamento condotte in mare hanno evidenziato come questa porzione del Mediterraneo, in ragione della conformazione dei suoi fondali ed alla particolare circolazione delle acque marine, rappresenti una area importante per alcune specie di Cetacei. Nello specifico gli avvistamenti, effettuati nel triennio 2007-2009 (Dimatteo et al., 2010) e le successive attività di ricerca 2009-2012 (i cui dati sono in fase di elaborazione per la pubblicazione) attualmente condivise sull'OBIS-SEAMAP (OBIS-SEAMAP <http://seamap.env.duke.edu/dataset/812>)(Fig.2), hanno riguardato alcune specie, regolarmente presenti nello specchio di mare considerato: la Stenella striata (*Stenella coeruleoalba*) presente tutto l'anno, il Grampo (*Grampus griseus*) presente stagionalmente ed occasionalmente, il Tursiope (*Tursiops truncatus*) presente tutto l'anno con maggiore abbondanza estiva, la Balenottera comune (*Balenoptera physalus*) presente stagionalmente ed il Capodoglio (*Physeter catodon*), presente occasionalmente. Segnalazioni indirette di avvistamenti e di spiaggiamenti confermano la presenza nell'area anche dello Zifio (*Ziphius cavirostris*) e del Globicefalo (*Globicephala melas*).



Fig.2 Punti di avvistamento di Cetacei nel Golfo di Taranto nel triennio 2009-2012 OBIS-SEAMAP

La specie avvistata con maggiore frequenza nell'area è stata la Stenella che, sebbene tipicamente pelagica, è stata regolarmente incontrata anche a poca distanza della fascia costiera (< 1 NM dalla costa in corrispondenza delle località di Marina di Ginosa - TA) mentre il Tursiope è stato incontrato sempre in acque profonde meno di 40 m. Le Balenottere comuni sono state avvistate a poca distanza (< 3 NM) dall'arcipelago delle Cheradi. Tutte le altre specie, solitamente pelagiche, sono state avvistate in aree prossime alla costa, ad eccezione del Capodoglio, segnalato a grande distanza in mare aperto.

Le considerazioni prodotte dalle ricerche evidenziano come le caratteristiche batimetriche (presenza di ripide scarpate continentali) ed oceanografiche (circolazioni superficiali e profonde capaci di favorirne la produttività primaria locale) del bacino settentrionale del Golfo di Taranto, consentano la presenza, in ambienti molto prossimi alla costa di molte specie di Cetacei normalmente rinvenute in mare aperto a grandi distanza dalla costa.

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 (Direttiva quadro sulla strategia per l'ambiente marino - 2008/56/CE) e per alcune specie di Cetacei che, per la loro ecologia e fisiologia, risultano particolarmente vulnerabili. Solo negli ultimi anni (Comitato Scientifico ACCOBAMS 2006) 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. A titolo di esempio basti ricordare che le relazioni negative tra le attività antropiche (nello specifico esercitazioni militari) e lo Zifio (*Ziphius cavirostris*) sono state ampiamente provate in numerose ricerche, tanto che in occasione del 6° meeting del Comitato Scientifico di ACCOBAMS (2011) si è deciso che, per non incorrere in mortalità, gli Zifi non devono ricevere livelli di rumore superiori a 140 dB re 1  $\mu$  Pa @ 1 m SPL e dunque che le operazioni militari tengano conto delle aree che costituiscono habitat importanti per questa specie.

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

Si ricorda che i Mammiferi Marini sono inclusi in Appendice I delle liste CITES (Fig.3) (massima protezione; <http://www3.corpoforestale.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/1659>)

Strumenti normativi	CITES App. I	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	•	•			•				•

Fig.3 Strumenti normativi

Si riportano di seguito le date simboliche 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

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 All. D	ASPIM All. 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	•	•	•	•	•	•	•	•	•

Fig. 4 Riferimenti normativi

## Linee guida

Per la predisposizione del presente protocollo, in considerazione anche della lacuna legislativa italiana, si è fatto riferimento alle "Linee guida per il controllo dell'impatto del rumore antropogenico sui Cetacei dell'area ACCOBAMS - Guidelines to address the impact of anthropogenic noise on cetaceans in the ACCOBAMS area".

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

- consultare delle banche dati disponibili in merito alla distribuzione spaziale e temporale dei Cetacei dell'area e dei loro habitat al fine di pianificare e condurre le attività in modo da evitare gli habitat critici e le aree ed i periodi nei quali è 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);

Di seguito viene riportata una legenda per i termini tecnici utilizzati in questo protocollo e loro abbreviazioni:

Array	serie di idrofoni; sistema di rilevazione acustica passiva generalmente a 2 o più canali trainato da un'imbarcazione.
Bottom recorder	sistemi di registrazione acustica autonomi posizionati sul fondo marino o su strutture fisse.
Deep divers	Mammiferi marini che compiono lunghe e profonde immersioni (es. capodogli, zifi, mesoplodonti)
EZ	Exclusion Zone; l'area di mare entro la quale i Mammiferi Marini non dovrebbero entrare. <ul style="list-style-type: none"><li>• per PTS (ferite all'apparato uditivo o cambiamento permanente della soglia uditiva): SEL = 183 dB re 1 <math>\mu</math> Pa<sup>2</sup>.s</li><li>• per TTS (cambiamento temporaneo della soglia uditiva): SEL = 168 dB re 1 <math>\mu</math> Pa<sup>2</sup>.s</li></ul>

Logging	registrazione dati
Mitigation	operazioni di mitigazione; tutte le pratiche e azioni volte alla detezione e protezione dei mammiferi marini in relazione alle tematiche trattate.
MMO	Marine Mammals Observer; gli operatori che svolgono monitoraggio visivo e/o acustico in relazione alle operazioni di mitigazione.
PAM	Passive Acoustic Monitoring; tutte le operazioni concernenti la detezione acustica subacquea passiva dei Mammiferi Marini.
PD	Power Down: operazione che prevede la riduzione della potenza della sorgente al livello minimo iniziale
SS	Soft Start: procedura che prevede il graduale incremento (non più di 6db ogni 5 minuti) della potenza della sorgente fino al raggiungimento della piena potenza
SD	Shut Down: operazione che prevede lo spegnimento totale della sorgente acustica
Survey	campagna di ricerca;

## **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".

Anche nei liquidi è usuale descrivere i suoni riportando 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  $1 \times 10^{-6}$  Pa = 1  $\mu$  Pa, diversamente dal valore delle misure di pressione in aria che vengono riferite al valore 20  $\mu$  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  $\lambda$  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).

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 termocline 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.

I Cetacei, in particolare, hanno sviluppato una particolare sensibilità al suono, essendo l'udito il loro senso principale. Se non si tiene conto del carattere transitorio o permanente del rumore, si possono distinguere quattro zone di impatto acustico (Richardson et al., 1995) sui mammiferi marini:

- **udibilità:** il rumore è solo rilevabile da un cetaceo;
- **reazione:** per effetto di un rumore si produce un cambiamento del comportamento dell'animale;
- **mascheramento:** 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;
- **danno:** quando il rumore genera una pressione tale da causare direttamente un danno fisico o la perdita dei sensi uditivi

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.). Tuttavia, si ritiene che il limite spaziale e temporale delle suddette attività sia tale da rendere trascurabile la comparsa di eventuali effetti cumulativi (Irish Dept. Of Communication, Energy and Natural Resources, 2007). 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.

Le sorgenti sonore possono essere classificate, da un punto di vista qualitativo, in due gruppi:

- sorgenti naturali,
- sorgenti antropiche.

Le sorgenti naturali, come il vento, la pioggia, l'attività sismica e vulcanica, occupano una porzione ampia dello spettro sonoro, con delle frequenze caratteristiche che vanno dai pochi Hz fino a centinaia di kHz. Le sorgenti antropiche vengono a loro volta distinte in base alle modalità di rilascio dell'energia sonora, in:

- impulsive (SONAR, indagini geosismiche ecc.),
- continue (traffico navale).

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  $\mu$ Pa @ 1m (re 1  $\mu$ Pa @ 1m = relativo a 1  $\mu$ Pa a 1 metro dalla sorgente).

### Livelli sonori critici

I dati allarmanti scaturiti dalle ricerche effettuate negli ultimi anni circa gli effetti del rumore antropico sui Cetacei, e la conseguente 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  $\mu$ 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 (Fig.5);

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

Fig.5 Suoni a impulsi singoli, impulsi multipli e suoni non impulsivi

- delle caratteristiche acustiche delle diverse specie di mammiferi marini - cetacei a bassa, media e alta frequenza (Fig.6) e di tre tipologie di effetti biologici legati all'esposizione al rumore (perdita temporanea TTS o permanente PTS di sensibilità uditiva e disturbi comportamentali).

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 <sub>lf</sub> (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 <sub>mf</sub> (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 <sub>hf</sub> (hf: high-frequency cetaceans)

Fig.6 Estimated auditory bandwidth

## 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 MMOs è quello di rilevare la presenza di Cetacei nell'area 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 dalla realizzazione del parco eolico in questione.

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 garantirne la costante efficacia della loro azione.

I MMOs 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 "*Cove 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 MMOs 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.

## Procedure di applicazione

### 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 *mitigation* per uniformare protocolli e formato dati.
- Organizzazione di *surveys* dedicati e preventivi mediante imbarcazioni attrezzate con strumentazione di rilevazione acustica (idrofono) e postazioni fisse di osservazione situate sulla Diga Foranea situata a tergo dell'area di intervento (Fig.7), al fine di valutare la presenza/assenza di Cetofauna nell'area prescelta per le operazioni e di realizzare le corrette misure di rumore subacqueo "bianco" effettuate prima delle operazioni.



Fig.7 Postazioni fisse di osservazione per i MMOs situate sulla Diga Foranea

- 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 "Referente di cantiere" dei MMO e di un suo vicario. Tali persone (scelte di concerto con la Direzione del cantiere) costituiranno il ponte di comunicazione certo e sempre attivo dei MMO per assicurare l'effettività e la immediatezza di esecuzione delle indicazioni fornite in caso di avvistamento dei Cetacei o per altre necessità. Il Referente di cantiere ed il suo vicario dovranno essere preventivamente formati ed addestrati, dovranno assicurare la presenza e la rintracciabilità continua da parte dei MMO e dovranno essere dotati del potere di bloccare ed interdire tutte le attività di cantiere tempestivamente. **L' Individuazione e designazione del "Referente di cantiere" rappresenta un elemento di criticità estrema determinante per la corretta attuazione del Protocollo.** Tale figura risulta fondamentale anche per la comunicazione delle informazioni tecniche delle attività che dovranno essere fornite ai MMOs per la redazione del "*Marine Mammal Recording Form*".
- 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.
- 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), al Referente di cantiere o vicario e verifica del sistema di comunicazione MMO/Referente e dell'effettività dei comandi di sospensione e stop dei lavori di cantiere. In fase di progettazione devono essere stabiliti i canali di comunicazione tra coloro che forniscono il servizio di mitigazione e la Direzione di cantiere. E' di fondamentale importanza che gli MMO e PAM operators sia 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 dagli 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 agli 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.

## Attività durante le operazioni di realizzazione dell'impianto

- Organizzazione delle squadre operative di MMO: tutti i MMOs 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 sorveglianza dai MMO in campo ed è l'unico preposto del gruppo a comunicare con il Referente di cantiere.
- Osservazione diretta: durante tutte le operazioni che coprono le 24h e per più giorni consecutivi, il numero minimo di MMO non sarà inferiore a 5 unità. I MMO saranno distribuiti lungo l'area di intervento, in modo da consentire di raccogliere con facilità e precisione i dati relativi alla presenza dei Cetacei, utilizzando mezzi idonei. Nello specifico, verranno posizionati 2 MMO sulla Diga Foranea situata a tergo dell'area di intervento attrezzati con binocoli dotati di telemetro e bussola con ingrandimento di almeno 7 x 50 e cannocchiali **big eyes** con ingrandimento di almeno 25 - 125x (posizionati in modo da non intralciare le attività di cantiere) durante le ore diurne.
- Predisposizione della stazione per l'acquisizione e registrazione dei segnali acustici :
  - L'area in questione sarà suddivisa in due zone principali interessate dall'intervento la zona A1 e la zona A2 (Fig.8), localizzate 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.

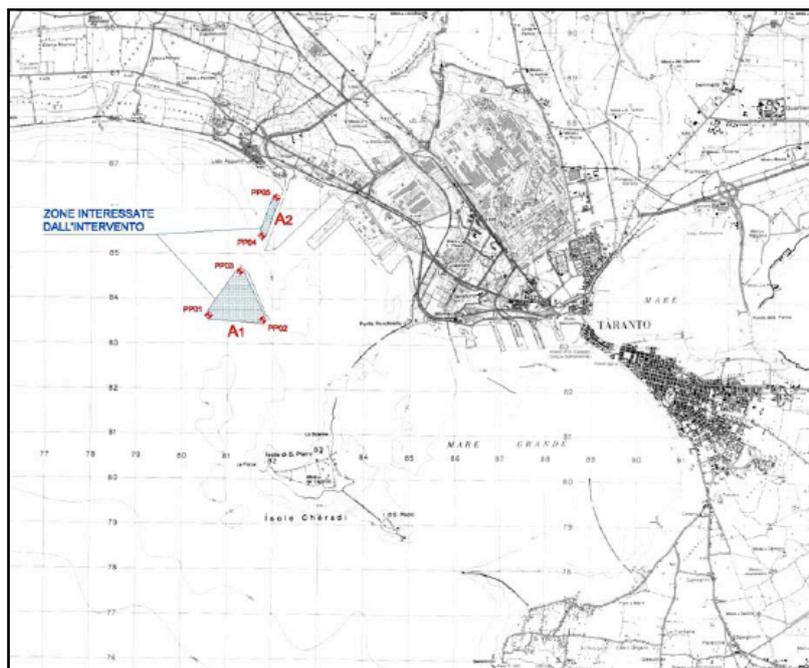


Fig.8 Zone A1 ed A2 interessate dall'intervento

- Rispettando le prescrizioni sancite dal Ministero dell'Ambiente nel provvedimento autorizzativo dell'opera (DVA/2012/0000391) ed analizzando i dati raccolti durante la fase *ante-operam*, verranno posizionati, durante lo svolgimento delle attività di cantiere in ciascuna delle due zone interessate, 3 sistemi RASP (Registratore Acustico Subacqueo Programmabile) posti a distanza crescente dall'area di cantiere in direzione mare aperto (Fig.9). Questi *bottom recorder* permetteranno di registrare dati acustici con banda da 10 Hz a 48 KHz. Le registrazioni acustiche saranno conservate per almeno un anno dopo il termine delle attività.

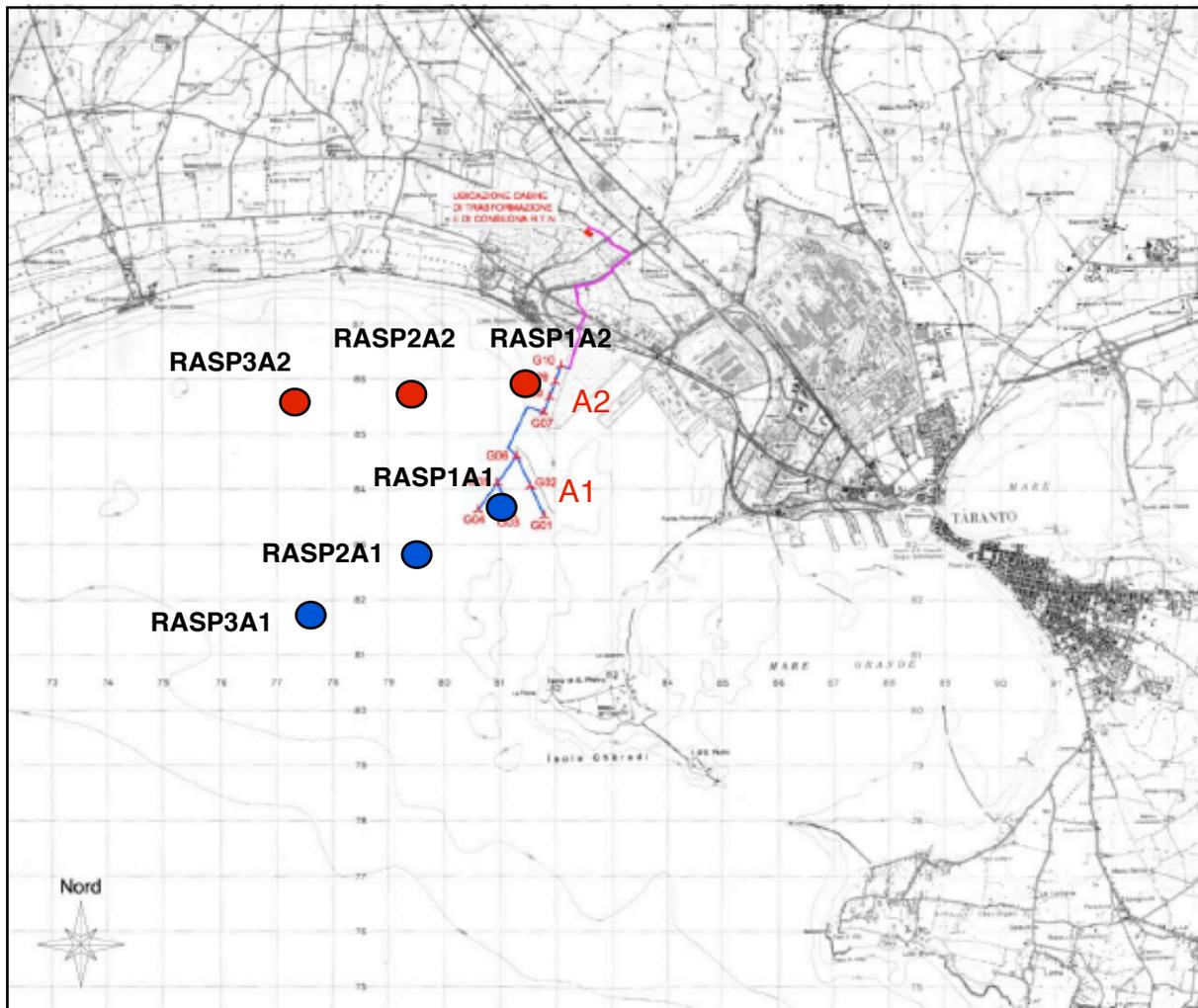


Fig.9 Disposizione dei sistemi RASP

- Sempre facendo riferimento alle prescrizioni sancite dal Ministero dell'Ambiente ed analizzando i dati raccolti durante la fase *ante-operam*, verranno monitorate 8 stazioni di campionamento per ciascuna delle due zone interessate dalle attività di palificazione (Fig. 10 - 11). Le stazioni saranno monitorate singolarmente 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 MMOs che con il responsabile dei MMOs 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.

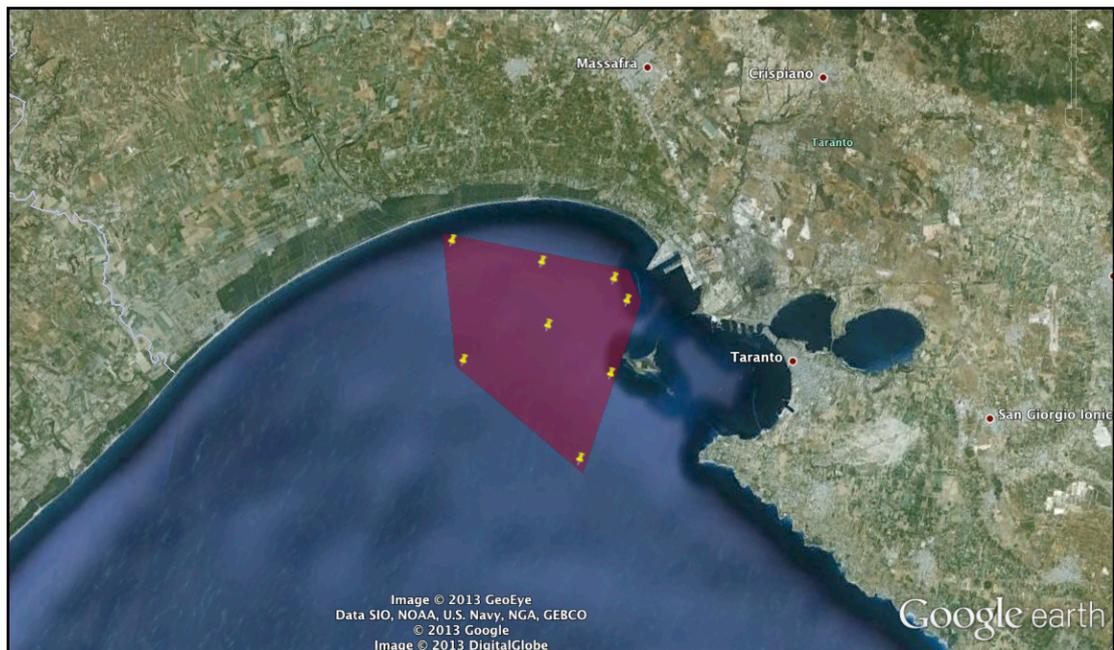


Fig.10 Stazioni di monitoraggio area A1

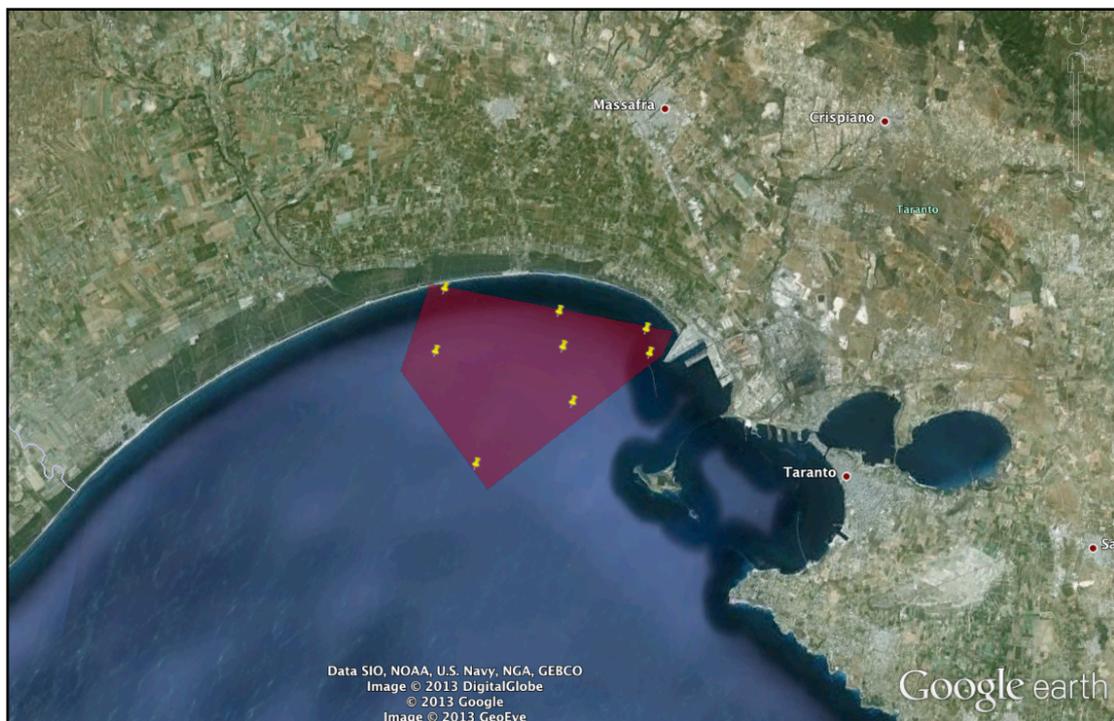


Fig.11 Stazioni di monitoraggio area A2

- Registrazione di ogni avvistamento e 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 che generano rumore;
- Monitoraggio acustico passivo (PAM Passive Acoustic Monitoring) 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;
- 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 MMOs 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 min 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 EZ di 168 db re 1  $\mu$ Pa, il MMO deve tempestivamente richiedere la diminuzione PD (**power down**) dell'intensità della sorgente ed eventualmente la cessazione SD (**shut down**) della stessa, se gli animali continuano ad avvicinarsi fino a entrare nella EZ di 183 db re 1  $\mu$ Pa;
- 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 MMOs dovranno comunicare al referente di cantiere la presenza dei Cetacei nella EZ, il quale potrà 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 MMOs 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, 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 MMOs di richiedere la cessazione di ogni emissione acustica per determinare la causa del comportamento osservato ed evitare il suo protrarsi;
- I MMOs 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 detezione degli idrofoni. 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  $\geq 4$  il Responsabile MMO potrebbe chiedere lo SD a suo insindacabile giudizio (interruzione delle attività).

### **Variazioni del protocollo standard**

Il protocollo di cui sopra rappresenta le attuali **best practice** per la gestione dell'impatto sui Cetacei del rumore generato dalla realizzazione di un parco eolico. Durante le attività di palificazione, gli operatori possono apportare, dietro relazione esplicativa eventuali modifiche ritenendo il protocollo eccessivamente restrittivo, in particolare per quanto riguarda le restrizioni riguardanti la visibilità. 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 dovrebbero essere sempre basate su una profonda conoscenza delle caratteristiche ambientali della particolare area di intervento e da considerazioni derivanti dalle specificità del cantiere.

Ad esempio, una distinzione deve essere fatta tra palificazione che inizia durante i periodi di buona visibilità e continua in un periodo di scarsa visibilità (notte o condizioni meteo), e palificazione che comincia durante i periodi di scarsa visibilità (notte o condizioni meteo). Supponendo che le operazioni sono svolte in maniera continuativa nell'arco delle 24 ore, il primo scenario non avrebbe bisogno di mitigazione supplementare. Il secondo scenario richiede maggiori misure di mitigazione.

Qualora la Direzione del cantiere intenda avviare le attività di palificazione di notte, ritenendo tale opzione essenziale ed indispensabile per il cantiere stesso, dovrà ottenere l'assenso del Responsabile dei MMOs.

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 protocollo e nel documento di sintesi dell'attività **ante operam** (IEC 60565 - IEC 61260).

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) ed, in conseguenza, di adeguare l'estensione delle Exclusion Zones in caso di misurazione di livelli più o meno elevati del SEL riferito alla sorgente emittente rispetto al valore ipotizzato (230 dB re 1  $\mu$  Pa<sup>2</sup> x s @ 1 m). Questa comparazione permetterà di verificare la idoneità della valutazione del 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.

Ogni variazione del protocollo deve essere considerata nel merito e, per garantire la coerenza tra le varie attività di mitigazione, deve essere specificata in maniera esaustiva nella relazione di ottemperanza da trasmettere al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

### **Riferimenti bibliografici**

- *"Guidelines to address the issue of the impact of anthropogenic noise on marine mammals in the ACCOBAMS area. Document prepared by Gianni Pavan for the ACCOBAMS Secretariat, SC4/2006"*
- Southall et al (2007) – Marine mammal noise exposure criteria: initial scientific recommendation. Aquatic Mammals 33,411-521
- IEC 60565, Underwater acoustics – Hydrophones – Calibration in the frequency range 0,01 Hz to 1 MHz
- IEC 61260, Electroacoustics – Octave-band and fractional-octave-band filters
- European Marine Strategy Framework Directive Good Environmental Status (MSFD – GES) – Report of the Technical Subgroup on Underwater Noise and other forms of energie – Final Report [27 febbraio 2012] (par. 2.4.1)
- Alternatives and modifications of Monopile Foundation on its installation Technique for noise mitigation – Delft University of Technology – The Netherlands – Aprile 2011
- ACCOBAMS Agreement on the Conservation of Cetaceans of the Black Sea, Mediterranean Sea and contiguous Atlantic Area
- RESOLUTION 3.10 GUIDELINES TO ADDRESS THE IMPACT OF ANTHROPOGENIC NOISE ON MARINE MAMMALS IN THE ACCOBAMS AREA
- Recommendation 2.7: Man made noise
- Norma ISO/PAS 17208-1: 2012-03-01: Acoustic – Quantities and procedures for description and measurement of underwater Sound from ships
- ANSI S1.1, American National Standard Acoustical Terminology
- URICK, R.J., 1983, Principles of Underwater Sound, Peninsula Publishing. Los Altos
- Osler et al (2005) – Using Snell' Law to measure sound speed dispersion.
- Amos L. Maggi & Alec J, Duncan – Center for Marine Science & Technology (CMST) – Curtin University of Technology – "ACTUP v2.2 I2 – Acoustic Toolbox – User – Interface & Post



## **GRUPPO DI RICERCA**

**Coordinamento Scientifico e Capogruppo** Dott. Carmelo Fanizza

**Responsabile Comitato Scientifico** Dott. Vincenzo Prunella

**Comitato Scientifico** Dott. Pasquale Bondanese

Dott. Roberto Carlucci

Dott. Giuseppe Catapano

Dott. Salvatore Dimatteo

Dott. Vittorio Pollazzon

Dott. Francesco Saracino

Prof. Nicola Zizzo

**Coordinatore Operativo** Geom. Maurizio Luccarelli

**Consulenza Acustica** Ing. Umberto Gualtieri