

ATTI PARLAMENTARI

XVII LEGISLATURA

CAMERA DEI DEPUTATI

Doc. CCLI
n. 1

RAPPORTO SUGLI EFFETTI PER L'ECOSISTEMA MARINO DELLA TECNICA DELL'*AIRGUN*

(Anno 2016)

(Articolo 25, comma 3, del decreto legislativo 18 agosto 2015, n. 145)

Presentata dal Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare

Trasmesso alla Presidenza il 2 febbraio 2017

PAGINA BIANCA



“Primo rapporto sugli effetti per
l'ecosistema marino della tecnica
dell'*airgun*”

(redatto ai sensi dell' art. 25, comma 3, del Decreto Legislativo n.145/2015)

Dicembre 2016

PAGINA BIANCA

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

Indice

1	PREMESSA	4
2	INQUADRAMENTO NORMATIVO	6
2.1	Norme Internazionali	6
2.2	Norme Comunitarie	10
2.3	Normativa di VIA comunitaria e nazionale per le attività di prospezione e ricerca di idrocarburi in mare	13
2.4	Linee Guida per la tutela dei mammiferi marini	16
3	INDAGINI GEOFISICHE MEDIANTE L'IMPIEGO DI AIRGUN.....	18
3.1	Aspetti generali	18
3.2	Sistema di rilevamento con l'utilizzo di sorgente <i>airgun</i>	22
3.3	La propagazione del suono in ambiente marino	26
3.4	Indagini 2D – 3D – 4D	27
4	CONSISTENZA DELLE ATTIVITÀ NEI MARI ITALIANI	29
4.1	Prospezione e ricerca petrolifera	29
4.2	Ricognizione dello stato delle autorizzazioni rilasciate dal Ministero dello Sviluppo Economico nel periodo 2015-2016	34
4.3	Esiti contenziosi contro i provvedimenti di VIA nazionale	35
4.4	Ricerca scientifica	38
5	IMPATTI SUGLI ECOSISTEMI MARINI, STATO DELLE CONOSCENZE	41
5.1	Effetti sui pesci	44
5.1.1	Effetti sul comportamento	44
5.1.2	Effetti fisiologici sull'udito	45
5.2	Effetti sulla pesca commerciale	46
5.3	Effetti su uova e larve di invertebrati e pesci	47
5.4	Effetti sugli invertebrati	48
5.5	Effetti sui rettili marini	49

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

5.6	Effetti sui mammiferi marini	50
6	MISURE DI MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI AMBIENTALI	56
6.1	Procedure in uso riconosciute internazionalmente	59
6.2	Accorgimenti e migliorie tecniche atte a contenere i potenziali impatti su organismi e ambienti.	63
6.3	Misure di mitigazione dei potenziali impatti ambientali prescritte dai decreti VIA	68
7	PROSPETTIVE DI APPROFONDIMENTO	70
8	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	71
	ALLEGATO 1.....	84
	PROCEDURE DI VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE PER INDAGINI GEOFISICHE IN AREE MARINE (PERMESSI DI PROSPEZIONE E PERMESSI DI RICERCA IDROCARBURI) ANNI 2015-2016.....	84
	ALLEGATO 2.....	94
	COMUNICATO DEGLI ENTI DI RICERCA SULLA PROIBIZIONE DELL'USO DI AIRGUN.....	94
	ALLEGATO 3.....	99
	PROSPEZIONI GEOFISICHE EFFETTUATE NELLE ACQUE TERRITORIALI ITALIANE ED IN ZONE LIMITROFE TRA GLI ANNI 2001-2016	99
	ALLEGATO 4: SCHEMA DI QUADRO PRESCRITTIVO CONTENUTO NEI PROVVEDIMENTI DI VIA DEI PROGETTI DI PROSPEZIONE E RICERCA DI IDROCARBURI IN MARE CHE PREVEDONO L'UTILIZZO DELL'AIRGUN.....	103
	ALLEGATO 5: LINEE GUIDA PER LA GESTIONE DELL'IMPATTO DI RUMORE ANTROPOGENICO SUI CETACEI NELL'AREA ACCOBAMS	114
	ALLEGATO 6: SINTESI DELLE LINEE GUIDA <i>JOINT NATURE CONSERVATION COMMITTEE</i> (JNCC, AUGUST 2010)	120

*Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun***1 Premessa**

Il presente documento è stato redatto ai sensi del comma 3, art. 25 del D. Lgs. 145/2015, che prevede da parte del Ministero dell'Ambiente l'invio annuale alle Commissioni parlamentari competenti di un Rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'*airgun*. Con il richiamato D.lgs. n. 145/2015 è stato dato recepimento nell'ordinamento italiano alla Direttiva 2013/30/UE, con la quale la Comunità Europea ha fissato gli standard minimi di sicurezza per l'esplorazione, la ricerca e la produzione di idrocarburi in mare, con l'obiettivo di ridurre le probabilità di accadimento di incidenti gravi, di limitarne le conseguenze e di aumentare nel contempo la protezione dell'ambiente marino.

Questo rapporto, predisposto dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), coordinato dalla Direzione Protezione della Natura e del Mare, con il supporto dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) ed il contributo della Direzione Generale per le Valutazioni e le Autorizzazioni ambientali (DVA) per gli aspetti di competenza inerenti la Valutazione di Impatto Ambientale (VIA), rappresenta, dunque, la prima relazione conoscitiva sugli effetti per l'ambiente marino dell'impiego della tecnica *airgun*.

Poiché l'utilizzo delle sorgenti di tipo *airgun* non è limitato alla sola esplorazione finalizzata alla ricerca di idrocarburi nei fondali marini da parte del settore petrolifero ma è comunemente applicato anche per scopi di ricerca scientifica, il Rapporto è stato predisposto sulla base della ricognizione dei dati ufficiali e delle principali informazioni tecnico-scientifiche rese disponibili sia per le attività di prospezione e ricerca idrocarburi sottoposte a VIA nazionale sia per scopi scientifici.

In particolare, ai fini dell'acquisizione delle informazioni necessarie a dare maggiore completezza al quadro conoscitivo circa le campagne di ricerca scientifica di carattere transnazionale e nazionale effettuate con utilizzo di *airgun*, sono stati richiesti dati al Ministero degli Affari Esteri e della Cooperazione Internazionale, alle Capitanerie di Porto e ai principali Enti Pubblici di Ricerca, quali: il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), l'Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale (OGS), l'Istituto Superiore per la

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), il Centro Interdisciplinare di Bioacustica e Ricerche Ambientali (CIBRA), il Consorzio interuniversitario per la ricerca sul mare (CoNISMa).

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

2 Inquadramento normativo

Nel presente capitolo si riportano e si esaminano brevemente i principali riferimenti normativi in ambito internazionale, europeo e nazionale, in materia di sfruttamento delle risorse minerarie e rumore sottomarino, nonché le principali linee guida ed indirizzi tecnici previsti in sede internazionale e nazionale in materia di rumore sottomarino.

2.1 Norme Internazionali

▪ **Convenzione delle Nazioni Unite sul Diritto del Mare.**

La Convenzione delle Nazioni Unite sul Diritto del Mare è un trattato internazionale che definisce i diritti e le responsabilità degli Stati nell'utilizzo dei mari e degli oceani e linee guida che regolano le trattative, l'ambiente e la gestione delle risorse naturali, con particolare attenzione alla tutela delle risorse marine viventi. La Convenzione è nota anche con l'acronimo **UNCLOS** (*United Nations Convention on the Law of the sea*), firmata in data 10 dicembre 1982 a Montego Bay e ratificata dall'Italia con Legge 2 dicembre 1994, n. 689 recante "ratifica ed esecuzione della convenzione delle Nazioni Unite sul diritto del mare, con allegati e, atto finale, fatta a Montego Bay il 10 dicembre 1982, nonché dell'accordo di applicazione della parte XI della convenzione stessa, con allegati, fatto a New York il 29 luglio 1994" (in vigore dal 20 Dicembre 1994). L'UNCLOS è stata la prima convenzione a definire e regolamentare le acque internazionali, trasformando in regola quanto, prima del 1982, era stato l'uso consuetudinario degli spazi marini. Gli argomenti di maggior rilievo trattati nella convenzione comprendono: la zonazione delle aree marine, la navigazione, lo stato di arcipelago e i regimi di transito, la definizione della zona economica esclusiva, la giurisdizione della piattaforma continentale, la disciplina delle attività estrattive minerarie nel fondo marino, i regimi di sfruttamento, la protezione dell'ambiente marino, la ricerca scientifica e la soluzione di dispute. Con particolare riferimento alla tematica del rumore sottomarino l'art. 1 della Convenzione UNCLOS definisce l'inquinamento come "introduzione diretta o indiretta, ad opera

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

dell'uomo, di sostanze o energia nell'ambiente marino ivi compresi gli estuari, che provochi o possa presumibilmente provocare effetti deleteri quali il danneggiamento delle risorse biologiche e della vita marina".

In particolare, per quel che concerne lo svolgimento di campagne di ricerca scientifica nelle acque e sui fondali di uno Stato costiero diverso da quello di bandiera, le *Practical guidance on the implementation of the provisions of the Convention on marine scientific research* (United Nations, Office of Legal Affairs, 2010) forniscono nell'*Annex I (Documents related to Part III of the guide. Draft standard form A, Application for consent to conduct Marine scientific research)*, un modello atto, attraverso canali diplomatici, a chiedere il consenso allo Stato costiero. Nel modello, tra l'altro, devono essere indicati dati della nave, dei ricercatori a bordo, la descrizione del progetto, i metodi e le attrezzature da utilizzare, le precise aree di mare interessate, le date di inizio e fine operazioni in mare, i porti toccati.

▪ **Convenzione per la Conservazione delle Specie Migratrici – CMS**

La Convenzione per la Conservazione delle Specie Migratrici (CMS) è stata adottata nel 1979 a Bonn (Germania) e ratificata in Italia nel 1983 (Legge n. 42 del 25 Gennaio 1983).

La Convenzione incoraggia accordi internazionali di protezione delle specie che migrano da un paese ad un altro, sottolineando l'importanza delle attività a livello locale quali la ricerca scientifica, il monitoraggio delle popolazioni, la regolamentazione della caccia, la tutela e, se necessario, il ripristino dei siti di sosta e di riproduzione, mitigando anche gli ostacoli alla migrazione e controllando altri fattori che potrebbero costituire potenziali pericoli.

Le specie migratrici traggono notevoli vantaggi dalla cooperazione internazionale; in quest'ottica, la Convenzione incoraggia gli Stati a concludere accordi globali o regionali agendo come una Convenzione quadro. Le collaborazioni possono variare da trattati giuridicamente vincolanti, denominati Accordi, a strumenti meno formali quali i Protocolli d'Intesa.

Accordo di Monaco per la Protezione dei Cetacei nel Mar Nero,

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

Mediterraneo e nelle zone Atlantiche adiacenti – ACCOBAMS –

L'Accordo per la conservazione dei Cetacei nel Mediterraneo, nel Mar Nero e nelle contigue aree atlantiche; denominato ACCOBAMS è uno degli Accordi della CMS, fu raggiunto a Monaco nel novembre del 1996, ed è stato ratificato dall'Italia con legge 10 febbraio 2005, n. 27. Esso prevede da parte di ogni firmatario un impegno a livello normativo, socio-economico nonché scientifico, per l'eliminazione o la riduzione al minimo degli effetti delle attività antropiche sulla sopravvivenza dei Cetacei in questi mari. Nell'ambito dell'Accordo sono state adottate specifiche linee guida per la minimizzazione degli impatti del rumore sottomarino sui Cetacei, che include anche le prospezioni sismiche e l'utilizzo di *airgun*.

▪ **Convenzione di Espoo.**

La Convenzione sulla valutazione dell'impatto ambientale in contesto transfrontaliero, dell'UNĒCE, è stata adottata ad Espoo, in Finlandia, il 25 febbraio 1991, ed è entrata in vigore il 10 settembre 1997. Essa stabilisce l'obbligo per le parti contraenti di valutare l'impatto ambientale di alcune attività già in fase di pianificazione e dispone un obbligo generale di notifica e consultazione fra gli Stati su tutti i progetti che maggiormente possono creare significativi impatti ambientali nel contesto transfrontaliero.

L'Italia ha ratificato la convenzione in data 19 gennaio 1995, mentre l'Unione Europea l'ha approvata il 24 giugno 1997.

▪ **Convenzione di Barcellona**

La Convenzione, a cui aderiscono tutti gli Stati del Mediterraneo, contiene il quadro normativo in materia di lotta all'inquinamento e protezione dell'ambiente marino; è stata firmata a Barcellona il 16 febbraio 1976 ed è entrata in vigore nel 1978. L'Italia l'ha ratificata il 3 febbraio 1979 con la Legge 25.1.1979, n. 30. Nel 2010 gli stati aderenti alla Convenzione di Barcellona UNEP/MAP hanno predisposto un progetto denominato "Ecosystem Approach" (EcAp), i cui principi sono in linea con quanto definito e richiesto dalla Direttiva Quadro sulla Strategia Marina con la quale è in corso un processo d'integrazione delle procedure e dei

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

parametri. L'EcAp si pone l'obiettivo di sviluppare un programma pan-Mediterraneo, applicabile anche ai paesi non – UE, contenente attività sinergiche alle attività condotte dagli otto Stati Mediterranei UE per quanto riguarda l'implementazione della Strategia Marina.

Nell'ambito dell'EcAp i Paesi Membri stanno sviluppando la bozza del programma di monitoraggio e valutazione denominata *Integrated Monitoring and Assessment Programme (IMAP)*. Il programma definisce i principi, gli obiettivi ed i prodotti attesi per l'aggiornamento dei programmi nazionali di monitoraggio e delle valutazioni esistenti, allineati rispetto agli indicatori elencati nella Strategia Marina. Ad oggi è stata definita una lista comune di obiettivi ecologici, tra i quali è presente: EO11: Energia e rumore generati da attività antropiche non impattano significativamente sugli ecosistemi marini e costieri

▪ **Convenzione sulla Diversità Biologica (CBD)**

La CBD è un strumento giuridico internazionale per la conservazione e l'uso sostenibile della diversità biologica a livello globale, sottoscritta nel 1992 durante la conferenza delle Nazioni Unite sull'ambiente e lo sviluppo (il "Vertice della Terra" di Rio). Alla convenzione hanno aderito 192 paesi inclusa l'Unione Europea. La convenzione riconosce a livello internazionale il valore insostituibile della diversità biologica come agente necessario all'evoluzione della vita sulla terra e dal quale dipende la vita dell'umanità stessa, gli obiettivi sono:

- ✓ *la conservazione della diversità biologica a livello di geni, di specie, di comunità ed ecosistema. La convenzione prevede che la conservazione avvenga primariamente in situ, cioè nei loro ambienti naturali ma riconosce anche l'importanza di azioni di conservazione di specie e geni ex situ mediante zoo, giardini botanici e banche del germoplasma*
- ✓ *l'utilizzazione durevole, o sostenibile, dei suoi elementi*
- ✓ *la giusta ed equa ripartizione dei vantaggi che derivano dallo sfruttamento delle risorse genetiche e dal trasferimento delle tecnologie ad esso collegate.*

Le parti contraenti si sono impegnate ad elaborare e applicare strategie nazionali

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

e piani d'azione per conservare, tutelare e valorizzare la diversità biologica e sono tenute a realizzare programmi su tematiche settoriali e intersettoriali. Nelle ultime due Conferenze delle parti contraenti sono state adottate due decisioni sul tema della minimizzazione degli impatti del rumore sottomarino.

L'Italia ha ratificato la Convenzione con la legge n. 124 del 14 febbraio 1994, mentre nel 2010 ha elaborato e approvato la Strategia nazionale per la biodiversità.

2.2 Norme Comunitarie

Nell'ambito della sicurezza e della tutela ambientale per il settore petrolifero, la politica dell'Unione Europea ha come obiettivo principale quello di ridurre il verificarsi di incidenti gravi legati alle attività offshore nel settore degli idrocarburi e di limitarne le conseguenze, aumentando così la protezione dell'ambiente marino e delle economie costiere dall'inquinamento e migliorando i meccanismi di risposta in caso d'incidente.

Per seguire questa direzione la Comunità Europea ha ampliato negli anni il quadro normativo emanando Direttive di fondamentale importanza, quali:

- **Direttiva 94/22/CE relativa alle condizioni di rilascio e di esercizio delle autorizzazioni alla prospezione, ricerca e coltivazione di idrocarburi.**

La Direttiva 94/22/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 30/05/1994, disciplina i diritti e i doveri di ogni Stato europeo nell'ambito delle attività di prospezione, ricerca e coltivazione di idrocarburi. Ogni Stato membro della Comunità Europea, all'interno del proprio territorio di competenza, ha la facoltà di definire, mediante procedura autorizzativa (Art. 3), le aree da rendere disponibili alle suddette attività e gli enti addetti all'accesso e all'esercizio delle varie attività di prospezione, ricerca e coltivazione di idrocarburi. Il procedimento per il rilascio dell'autorizzazione agli enti interessati, deve specificare il tipo di autorizzazione, l'area o le aree geografiche che sono oggetto di domanda e la data ultima proposta per il rilascio dell'autorizzazione. In Italia la Direttiva europea è stata recepita con Decreto Legislativo 25 novembre 1996, n. 625, relativo alle condizioni di rilascio e di esercizio delle autorizzazioni alla prospezione, ricerca e coltivazione di idrocarburi, entrato in vigore il 29/12/1996.

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

- **Direttiva 92/91/CEE relativa a prescrizioni minime intese al miglioramento della tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori delle industrie estrattive a cielo aperto o sotterranee.**

In Italia la Direttiva Europea è stata recepita con Decreto Legislativo 25 novembre 1996, n. 624, il quale prescrive misure per la tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori durante il lavoro nelle attività estrattive di sostanze minerali di prima e di seconda categoria, così come definite dall'articolo 2 del regio decreto 29 luglio 1927, n. 1443, e successive modifiche.

- **Direttiva 2008/56/CE che istituisce un quadro per l'azione comunitaria nel campo della politica per l'ambiente marino (direttiva quadro sulla strategia per l'ambiente marino).**

La direttiva sulla strategia per l'ambiente marino è stata redatta dal Parlamento Europeo e dal Consiglio il 17 giugno 2008 ed istituisce un quadro per l'azione comunitaria nel campo della politica per l'ambiente marino. Con il successivo decreto italiano "D.lgs. n. 190" del 13 ottobre 2010 "Attuazione della direttiva 2008/56/CE" la direttiva viene recepita costituendo il primo strumento normativo vincolante che considera l'ambiente marino un patrimonio prezioso da proteggere, salvaguardare e, ove possibile e necessario, da ripristinare al fine di proteggere la biodiversità e preservare la vitalità di mari e oceani. Il D.Lgs. 190/2010 che ha permesso l'attuazione a livello nazionale della Direttiva, prevede che il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare promuova e coordini "la valutazione iniziale dello stato attuale e dell'impatto delle attività antropiche sull'ambiente marino, sulla base dei dati e delle informazioni esistenti".

Ai sensi del D.Lgs. 190/2010 tale valutazione deve includere principalmente:

- *un'analisi degli elementi, delle caratteristiche essenziali e dello stato ambientale attuale di ciascuna regione marina, sulla base dell'elenco indicativo degli elementi riportati nella tabella 1 dell'allegato III della Direttiva;*
- *un'analisi dei principali impatti e delle pressioni che influiscono sullo stato ambientale della regione o sottoregione marina, e che tenga conto delle tendenze rilevabili e consideri i principali effetti cumulativi e sinergici, nonché delle valutazioni pertinenti, effettuate in base alla vigente legislazione*

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

comunitaria;

➤ un'analisi degli aspetti socio-economici dell'utilizzo dell'ambiente marino e dei costi del suo degrado.

- Nell'ALLEGATO I "Descrittori qualitativi per la determinazione del buono stato ecologico" viene introdotto il rumore tra i descrittori qualitativi per la determinazione del buono stato ecologico dell'ambiente marino (Descrittore 11: L'introduzione di energia, comprese le fonti sonore sottomarine, deve essere a livelli che non generino effetti negativi sull'ambiente marino).

▪ **Direttiva 2013/30/UE sulla sicurezza delle operazioni in mare nel settore degli idrocarburi e che modifica la direttiva 2004/35/CE.**

Come conseguenza al disastro ecologico del Golfo del Messico avvenuto nel 2010, la Commissione Europea ha avviato una approfondita analisi delle norme attuali ai fini di fornire una risposta efficace alle emergenze in caso di incidenti nelle acque europee a causa dell'estrazione di olio e gas in mare aperto, e di garantire la sicurezza relativa all'attività di prospezione, ricerca e produzione nel settore idrocarburi in aree di offshore. La direttiva 2013/30/UE stabilisce i requisiti minimi per prevenire gli incidenti gravi nelle operazioni in mare nel settore degli idrocarburi e limitare le conseguenze di tali incidenti, aumentando così la protezione dell'ambiente marino e delle economie costiere dall'inquinamento, rafforzando al contempo i meccanismi di risposta alle emergenze, anche a livello transfrontaliero. La direttiva è stata recepita nell'ordinamento italiano con il Decreto Legislativo 18 agosto 2015, n. 145 «Attuazione della direttiva 2013/30/UE sulla sicurezza delle operazioni in mare nel settore degli idrocarburi e che modifica la direttiva 2004/35/CE». L'art. 25 del richiamato decreto prevede che il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, anche avvalendosi dell'ISPRA, trasmetta annualmente alle Commissioni parlamentari competenti un rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun.

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

2.3 Normativa di VIA comunitaria e nazionale per le attività di prospezione e ricerca di idrocarburi in mare

Nel seguente paragrafo si fornisce una breve sintesi dell'inquadramento normativo della vigente normativa di settore (mineraria), per le attività di prospezione e di ricerca di idrocarburi.

Con prospezione si intende *"l'attività consistente in rilievi geografici, geologici, geochimici e geofisici eseguiti con qualunque metodo e mezzo, escluse le perforazioni meccaniche di ogni specie, intese ad accertare la natura del sottosuolo e del sottofondo marino"* (ai sensi dell'art. 2 lett. b del D.M. MISE 25 marzo 2015¹), mentre con ricerca di idrocarburi si fa riferimento a *"l'insieme delle operazioni volte all'accertamento dell'esistenza di idrocarburi liquidi e gassosi, comprendenti le attività di indagini geologiche, geochimiche e geofisiche, eseguite con qualunque metodo e mezzo, nonché le attività di perforazioni meccaniche, previa acquisizione dell'autorizzazione di cui all'articolo 27 della legge 23 luglio 2009, n. 99"* (ai sensi dell'art. 2 lett. c del D.M. MISE 25 marzo 2015).

Le attività di prospezione e di ricerca idrocarburi, al pari delle attività di coltivazione, sono svolte a seguito del conferimento di un titolo minerario rilasciato dal Ministero per lo Sviluppo Economico d'intesa, per i titoli in terraferma, con la Regione interessata. I titoli minerari che abilitano alle attività di cui sopra sono il *permesso di prospezione*, il *permesso di ricerca*, la *concessione di coltivazione* e il titolo concessorio unico. Quest'ultimo titolo e la definizione del relativo iter procedimentale, sono stati recentemente introdotti dal D.M. MISE 25 marzo 2015 ma rimangono paralleli e facoltativi rispetto ai titoli minerari tradizionali.

Il permesso di prospezione è un titolo non esclusivo della durata di un anno, il permesso di ricerca è un titolo esclusivo della durata di sei anni, rinnovabile.

Il permesso di ricerca comprende *"l'insieme delle operazioni volte all'accertamento dell'esistenza di idrocarburi liquidi e gassosi, comprendenti le attività di indagini geologiche, geochimiche e geofisiche, eseguite con qualunque metodo e mezzo, nonché le attività di perforazioni meccaniche"* (ai sensi dell'art. 2 lett. f del D.M. MISE

¹ Decreto Ministeriale 25 marzo 2015 Aggiornamento del disciplinare tipo in attuazione dell'articolo 38 del Decreto Legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164.

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

25 marzo 2015); pertanto anche nell'ambito del permesso di ricerca, possono essere effettuate attività di prospezione geofisica mediante l'uso di *airgun*.

Per quanto riguarda l'estensione delle attività di prospezione e ricerca di idrocarburi nelle zone di mare all'interno della piattaforma continentale ricadente nella giurisdizione dello Stato italiano, ai sensi di quanto disposto dall'art. 19 Legge 613/67 e dall'art. 6 Legge 9/91:

- per i permessi di prospezione l'area non ha limiti di estensione;
- per i permessi di ricerca l'area non può superare la superficie di 750 km².

In base alla Direttiva 2014/52/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 16 aprile 2014 che modifica la direttiva 2011/92/UE concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati, sono soggetti a VIA obbligatoria esclusivamente i progetti di coltivazione (estrazione) di idrocarburi liquidi e gassosi, in base al punto 14 dell'Allegato I alla Direttiva:

- "estrazione di petrolio e gas naturale a fini commerciali, per un quantitativo estratto superiore a 500 tonnellate al giorno per il petrolio e a 500.000 m³ al giorno per il gas naturale".

Sono inoltre soggetti a *screening* obbligatorio esclusivamente i progetti di coltivazione (estrazione) di idrocarburi liquidi e gassosi con quantitativi estratti inferiori alle soglie dell'Allegato I, punto 14, in base a punto 2, lettera e) dell'Allegato II alla Direttiva:

- "i progetti di coltivazione di idrocarburi se i quantitativi estratti sono inferiori alle soglie giornaliere indicate nell'Allegato I, punto 14".

Ai sensi della norma comunitaria vigente, i progetti di prospezione e di ricerca di idrocarburi sono esclusi dal campo di applicazione della VIA che è prevista esclusivamente per i progetti di coltivazione (estrazione) di idrocarburi e modulata in funzione di specifiche soglie di produzione.

La norma nazionale (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.) prevede regole molto più restrittive rispetto al diritto comunitario in materia di VIA in quanto assoggetta a VIA obbligatoria in sede statale (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

Mare) tutte le attività di prospezione, ricerca e coltivazione di idrocarburi sia in mare che sulla terraferma, indipendentemente da qualsiasi parametro quali-quantitativo (ad esempio la quantità estratta prevista dalla Direttiva VIA), come definito al punto 7. dell'Allegato II alla Parte Seconda del D.Lgs. 152/2006:

- "Prospezione, ricerca e coltivazione di idrocarburi sulla terraferma e in mare".

Il trasferimento delle competenze allo Stato per tutte le attività connesse agli idrocarburi, includendo anche quelle sulla terraferma, sono state introdotte con l'art. 38 del D.L. 12 settembre 2014, n. 133 convertito, con modificazioni, dalla Legge 11 novembre 2014, n. 164 (c.d. "Sblocca Italia") comportando la modifica della categoria di progetti soggetti a VIA di competenza statale definita nell'Allegato II alla Parte Seconda del D.Lgs. 152/2006, punto 7 che precedentemente prevedeva le competenze statali unicamente per le attività in mare.

Il Decreto Legislativo 152/2006 prevede le seguenti ulteriori restrizioni alle attività di prospezione, ricerca e coltivazione di idrocarburi per la tutela dell'ambiente e dell'ecosistema marino, ai sensi dell'art.6, comma 17, da ultimo modificato dalla Legge 28 dicembre 2015 n. 221 "Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di *green economy* e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali":

- Le attività di prospezione, ricerca e coltivazione di idrocarburi liquidi e gassosi in mare sono vietate all'interno del perimetro delle aree marine e costiere a qualsiasi titolo protette per scopi di tutela ambientale, in virtù di leggi nazionali, regionali o in attuazione di atti e convenzioni dell'Unione europea e internazionali
- Le attività di prospezione, ricerca e coltivazione di idrocarburi liquidi e gassosi in mare sono vietate nelle zone di mare poste entro dodici miglia dalle linee di costa lungo l'intero perimetro costiero nazionale e dal perimetro esterno delle aree marine e costiere protette.
- All'interno della fascia di divieto, infatti, "I titoli abilitativi già rilasciati sono fatti salvi per la durata di vita utile del giacimento, nel rispetto degli standard di sicurezza e di salvaguardia ambientale. Sono sempre assicurate le attività di manutenzione finalizzate all'adeguamento tecnologico necessario alla sicurezza degli impianti e alla tutela dell'ambiente, nonché le operazioni finali di ripristino

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

ambientale.....[omissis]....".

All'interno della fascia di divieto possono pertanto essere svolte solo le attività nell'ambito dei titoli minerari già conferiti dal MISE, fino al completo esaurimento del giacimento, e tutte le attività di manutenzione e di ripristino ambientale. Per i titoli minerari non ancora rilasciati (istanze autorizzative in corso) la modifica normativa ha comportato, sotto il profilo delle procedure di VIA ed autorizzative, la necessità di procedere ad una nuova perimetrazione delle aree in relazione al divieto di operare entro le 12 miglia dalla linea di costa e dal perimetro delle aree marine protette.

2.4 Linee Guida per la tutela dei mammiferi marini

Attualmente non esistono delle normative specifiche che regolino in modo mirato ed esaustivo gli impatti di natura acustica potenzialmente generati da attività antropiche quali le indagini geofisiche in ambiente marino. Non esistono, infatti, limiti normativi per le emissioni acustiche prodotte da strumenti, quali sonar, ecoscandagli, ecc. e per le relative caratteristiche temporali e di propagazione di rumore e vibrazioni.

▪ **Linee guida emanate da ACCOBAMS – Agreement on the Conservation of Cetaceans of Black Sea, Mediterranean Sea and contiguous Atlantic: *Guidelines To Address The Impact Of Anthropogenic Noise On Cetaceans In The Accobams Area – (Guidelines for seismic surveys and airgun uses) (2004)*.** L'ACCOBAMS rappresenta uno strumento di cooperazione per la conservazione della biodiversità marina, ed in particolare dei Cetacei, nel Mar Nero, Mediterraneo e nella parte Atlantica contigua al Mediterraneo. Questo strumento ha redatto una serie di raccomandazioni e linee guida volte a minimizzare l'impatto delle attività che generano rumore sulla fauna marina e si divide in una sezione generale, una sezione pratica e una sezione speciale.

▪ **Linee guida emanate dal JNCC – Joint Nature Conservation Committee: *Guidelines for minimising the risk of injury and disturbance to marine mammals from seismic surveys, Agosto 2010*.**

Il JNCC è un organismo internazionale rappresentato dal comitato scientifico del governo britannico per la conservazione della natura. Le misure di mitigazione redatte dal JNCC vengono normalmente adottate in ambito internazionale e sono

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

state redatte con lo scopo di minimizzare i possibili impatti dell'*airgun* sulla fauna marina in generale e sui mammiferi marini in particolare.

▪ **Rapporto Tecnico “Valutazione e mitigazione dell'impatto acustico dovuto alle prospezioni geofisiche nei mari italiani”, ISPRA – 2012**

L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), a seguito di richiesta della Commissione Tecnica di Valutazione Ambientale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, ha redatto un documento tecnico, di riferimento per la pianificazione, la fase di attività e fase post – *survey*, per una valutazione del rischio associato alle prospezioni geofisiche e la minimizzazione dell'impatto acustico causato da tali attività sull'ambiente marino. Il documento indica anche una serie di *best practices* di cui tener conto in aggiunta a quanto riportato nelle linee guida ACCOBAMS e JNCC, precedentemente descritte.

▪ **“Monitoring Guidance for Underwater noise in European seas – European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability– 2014.**

La Commissione Europea ha recentemente pubblicato dei rapporti elaborati dal sottogruppo tecnico sul rumore sottomarino (TSG *noise*) per fornire agli Stati Membri un orientamento che permetta di raggiungere le condizioni stabilite dalla Direttiva quadro sulla Strategia Marina (MSFD) in relazione al descrittore 11 sull'*underwater noise*, così come definito nella Decisione 477/2010/EU del 1 settembre 2010: “L'introduzione di energia, comprese le fonti sonore sottomarine, è a livelli che non hanno effetti negativi sull'ambiente marino”. I Rapporti sono organizzati in tre documenti:

- *Part I: Executive Summary (JRC Scientific and Policy Report EUR 26557 EN)*
- *Part II: Monitoring Guidance Specifications (JRC Scientific and Policy Report EUR 26555 EN)*
- *Part III: Background Information and Annexes (JRC Scientific and Policy Report EUR 26556 EN)*

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

3 Indagini geofisiche mediante l'impiego di *airgun*

3.1 Aspetti generali

Le prospezioni geofisiche a mare sono utilizzate per la caratterizzazione del fondale e della struttura e composizione del substrato sedimentario e roccioso per uno spessore anche di chilometri.

Al fine di costruire immagini fisiche indirette del sottosuolo e ottenerne un'immagine tridimensionale dove individuare le discontinuità del substrato, come giacimenti di idrocarburi fossili (gas naturale o petrolio), si producono segnali acustici impulsivi di intensità e spettro di frequenze adeguate al risultato atteso. L'eco di questi suoni, riflesso dal fondale, viene trasformato in mappe che rivelano, se presente, le caratteristiche del giacimento, successivamente esplorato con trivelle al fine di testarne più approfonditamente, con il prelievo di campioni, le caratteristiche.

I suddetti segnali acustici sono ottenuti con diverse tecnologie che fanno uso di sorgenti artificiali differenti:

- ad acqua: *water-gun* (frequenza utilizzata 20 - 1500 Hz), costituito da un cannone ad aria compressa che espelle ad alta velocità un getto d'acqua che per inerzia, crea una cavità che implode e genera un segnale acustico;
- ad aria compressa: *airgun* (frequenza utilizzata 100 - 1500 Hz), costituito da due camere cilindriche, chiuse da due pistoni (pistone di innesco e di scoppio) rigidamente connessi ad un cilindro provvisto di orificio assiale che libera in mare, a profondità da 3 a 10 m, istantaneamente, aria ad una pressione elevata, compresa tra 150 e 400 atmosfere (ad oggi il sistema maggiormente utilizzato);
- a dischi vibranti: *marine vibroseis* (frequenza utilizzata 10 - 250 Hz), in cui alcuni dischi metallici vibranti immettono energia azionati secondo una forma d'onda prefissata, senza dar luogo all'effetto bolla (sistema complesso non ancora pienamente sviluppato);
- elettriche: *sparker* (frequenza utilizzata 50 - 4000 Hz) e *boomer* (frequenza

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

utilizzata 300 - 3000 Hz) dove un piatto metallico con avvolgimento in rame viene fatto allontanare da una piastra a seguito di un impulso elettrico; l'acqua che irrompe genera un segnale acustico ad alta frequenza con scarsa penetrazione (adatto per rilievi ad alte definizioni).

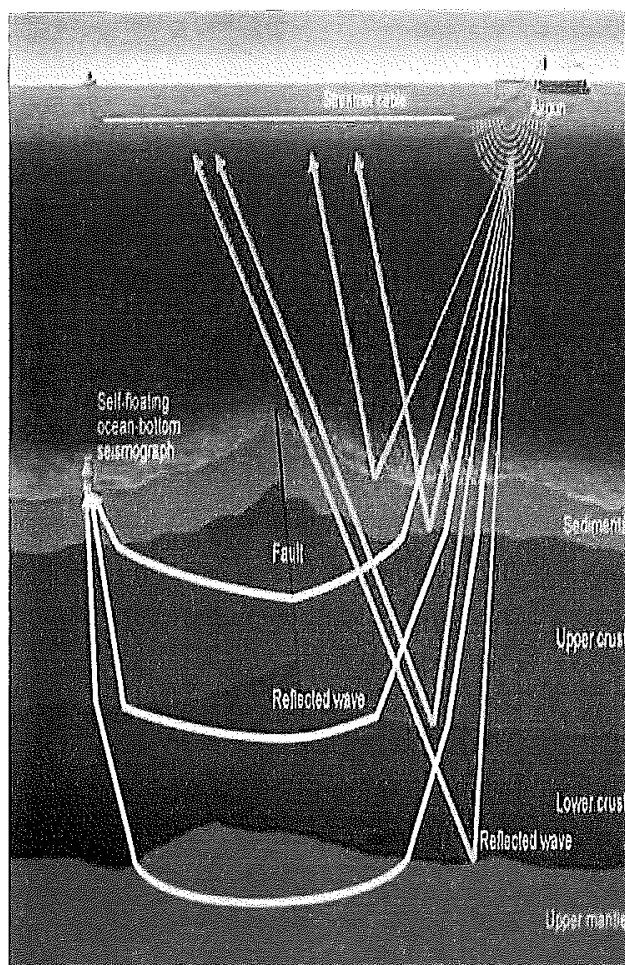


Figura 1: Schema di funzionamento di una prospezione geofisica
(Fonte: <http://www.jamstec.go.jp/e/about/equipment/observe/seabed.html>)

Le diverse tipologie di indagini geosismiche sono caratterizzate, oltre che dal tipo di sorgente artificiale utilizzata, da ulteriori elementi:

- geometria e posizionamento del sistema di ricezione (*towed streamer, ocean bottom, buried seafloor array, vertical seismic profile*);

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'argun

- numero di misurazioni fatte all'interno dell'area di analisi (2D – 3D – 4D);
- tipo di sensori utilizzati per la ricezione del segnale (idrofondi, geofoni).

Lo schema riportato in Figura 2 riassume i diversi tipi di indagini sismiche marine e mette in evidenza la molteplicità di combinazioni che possono essere effettuate tra gli elementi che definiscono l'indagine.

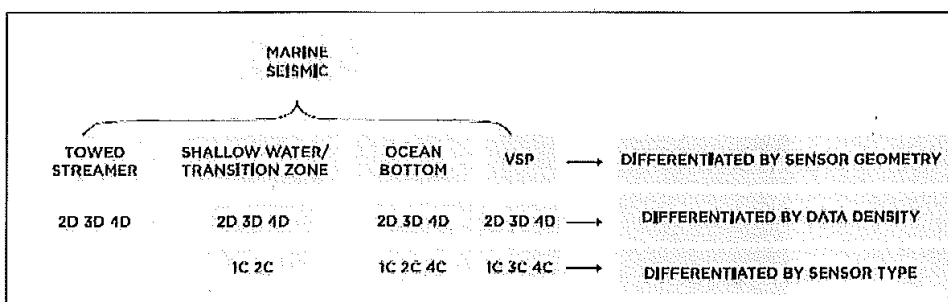


Figura 2: Diverse tipologie di indagini sismiche

(Fonte: *International Association of Geophysical Contractors, 2011*)

Come si evince dalla seguente Tabella 1, le indagini sismiche possono trovare varie applicazioni per fornire differenti risultati nel campo della ricerca di idrocarburi, per lo studio dei terremoti e in generale, nel campo della ricerca scientifica. Nella tabella, in funzione del campo di applicazione, sono messe in relazione la frequenza dell'impulso e il potere di penetrazione della strumentazione sismica.

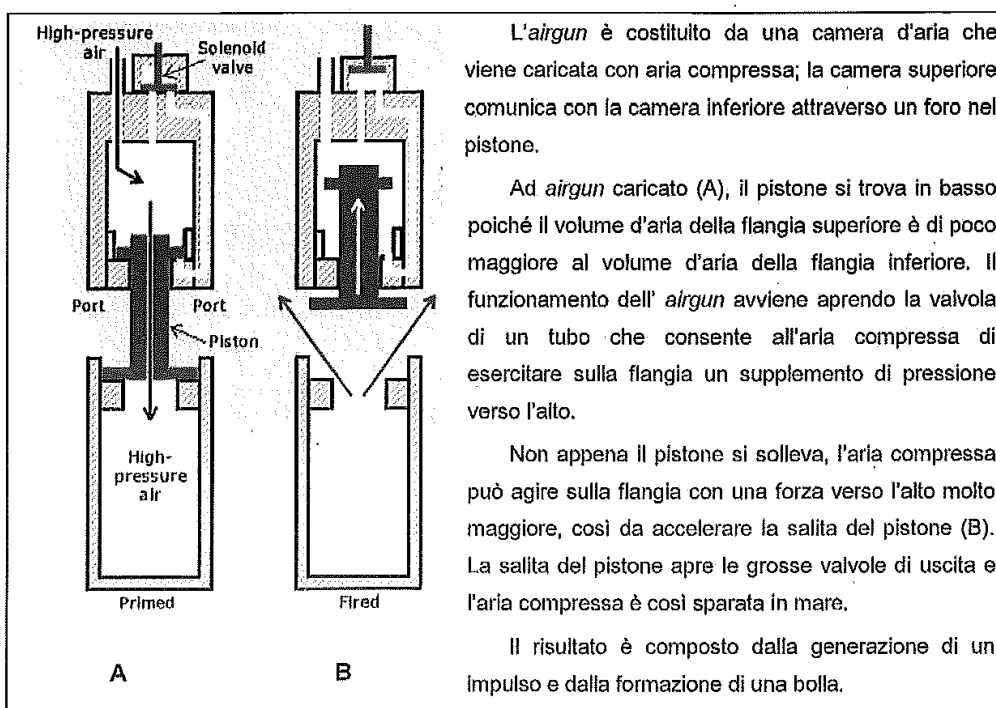
Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

	Intervallo di frequenza	Penetrazione nel sottosuolo	Risoluzione verticale
Sismica naturale	0,1 - 5 Hz	> 80 km	3 - 20 km
Sismica convenzionale a bassa frequenza <i>Deep scientific / industrial exploration</i>	5 - 80 Hz	3-50 km	60 - 120 m
Sismica ad alta risoluzione <i>Fluid escape, gas hydrates, reservoir modelling</i>	50 - 400 Hz	500 - 2000 m	10 - 15 m
Sismica a risoluzione molto alta <i>Site survey, sedimentary models, reservoir modelling</i>	300 - 2000 Hz	50 - 200 m	1 - 2 m

Tabella 1: Caratteristiche delle diverse indagini sismiche

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'*airgun*3.2 Sistema di rilevamento con l'utilizzo di sorgente *airgun*

Il sistema più comunemente usato allo stato attuale, utilizza come sorgente artificiale dispositivi di tipo *airgun* e si basa sui principi della sismica a riflessione.



Gli elementi principali che compongono il sistema di rilevamento sono:

- nave (dotata di tutte le attrezzature necessarie);
- sistema di ricezione: cavo sismico (*streamer*) e idrofono;
- sorgente artificiale: *airgun*, organizzato sempre in batteria (*array*).

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

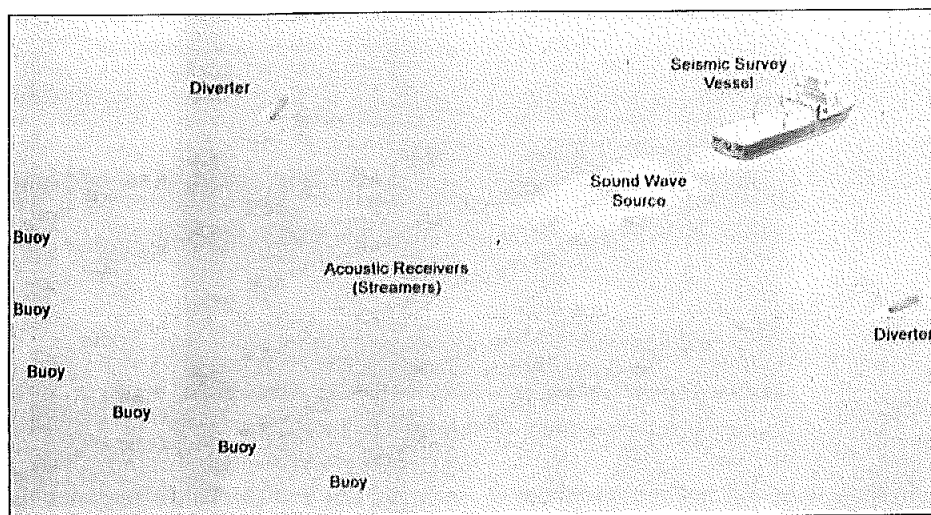


Figura 3: Il sistema di rilevamento nelle prospezioni geofisiche

Nave sismica

Le navi utilizzate per effettuare sismica a riflessione sui fondali marini sono di vario genere, a seconda del contesto marino e ospitano al loro interno tutte le apparecchiature necessarie per effettuare il rilievo (bobine in cui è raccolto il cavo con gli idrofoni, impianti per la generazione dell'impulso elastico in mare, compressori e linee di distribuzione, strumentazione per la registrazione, apparecchiature per una prima elaborazione dei dati, strumenti di posizionamento per la registrazione in continuo della posizione della nave stessa e degli idrofoni impiegati). Le navi adatte all'esecuzione di rilievi sismici devono essere dotate di apparati di propulsione particolarmente "silenziosi" per evitare interferenze con i sistemi di acquisizione acustica.

Nel seguito si riportano, a titolo di esempio, i dati di due navi particolarmente attrezzate per rilievi di sismica a riflessione utilizzate, una per ricerca, la seconda per attività "commerciali", anche in Mediterraneo.

- *Atlantic Explorer*: lunghezza 91,3 m, larghezza 17,4 m, pescaggio 8,4 m, stazza lorda 4640 GT, velocità media 12 nodi, autosufficienza durante operazioni, 64 giorni.

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

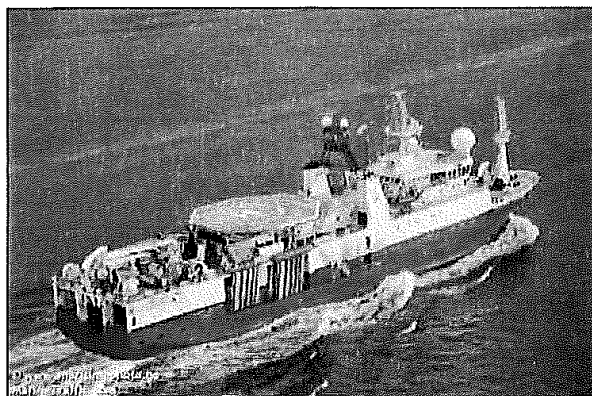


Figura 4: la nave *Atlantic Explorer* (<http://www.pgs.com>)

- OGS *Explora*: dell'Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale (OGS), è l'unica nave da ricerca con capacità oceaniche di proprietà di un Ente pubblico attualmente esistente in Italia. Lunghezza 72,6 m, larghezza 12 m, pescaggio 4,80 m, stazza lorda 1408 GT, velocità massima 14 nodi, autonomia circa 40 giorni. Capacità di effettuare profili sismici 2D.

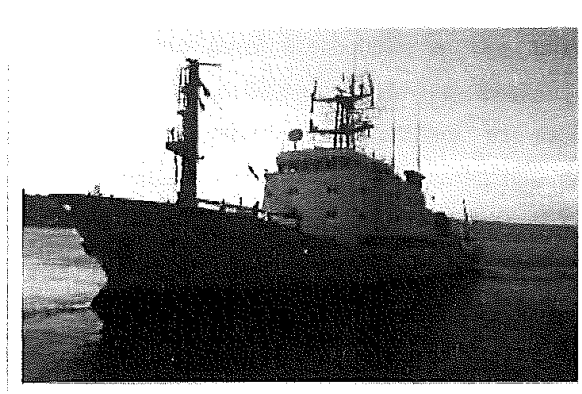


Figura 5: la nave da ricerca *OGS Explora* (<http://www.ogs.trieste.it/it>)

Sistema di ricezione

Il sistema di ricezione è costituito da una serie di idrofoni contenuti in un cavo galleggiante (*streamer*) in neoprene di 6-8 cm di diametro e di lunghezza variabile (può raggiungere i 10 km), trainato a poppa della nave sismica. Lo *streamer*,

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

posizionato a profondità prestabilita (variabile in genere tra i 5 - 10 m), è costituito da "sezioni attive", che contengono gli idrofoni, separate da "sezioni inerti"; la parte terminale di ogni *streamer* termina con una boa galleggiante (*tail buoy*) dotata di segnalatore di posizione. Gli idrofoni ricevono il segnale riflesso sotto forma di onda di pressione che si trasmette nell'acqua e lo convertono in forma di segnale elettrico.

Sorgente artificiale

Come sopra menzionato, gli *airgun* non sono altro che *array* di tubi d'acciaio che vengono riempiti con aria compressa e poi svuotati di colpo, producendo così delle grosse bolle d'aria subacquee che quando implodono, producono suoni.

Ogni 9 - 12 secondi un'esplosione è trasmessa in mare, ininterrottamente, per intervalli di tempo anche piuttosto lunghi (mesi). I livelli di immissione sonora superano 260 dB re 1 μ Pa @ 1 m² e sono, di solito, a frequenze basse e bassissime.

Airgun, opportunamente sincronizzati, sono disposti in una batteria dalla geometria variabile a seconda del tipo di onda che si vuole generare. Attraverso la geometria, infatti, si è in grado di direzionare l'onda elastica verso l'obiettivo prescelto e attenuare gli effetti di onde secondarie. Le batterie (*array*) in genere sono composte da più *airgun*, fino a più di 30 di diversa capacità, disposti su una o più file (*sub-array*) posizionate ad una profondità di 5 - 10 metri.

La sincronizzazione degli *airgun* può essere mirata all'allargamento della banda di frequenza (in questo caso la sincronizzazione è sul primo impulso), oppure a raggiungere la massima penetrazione possibile (in questo caso la sincronizzazione è sul primo impulso di bolla). L'aria iniettata costituisce infatti una bolla che si espande finché la pressione idrostatica non riprende il sopravvento e quindi implode e ripete questo ciclo di oscillazione fino a raggiungere la superficie e liberarsi in aria. Ogni esplosione di un singolo volume d'aria contenuto in un *airgun* produce una bolla d'aria che si espande creando un fronte di pressione nell'acqua circostante che a sua

² In acustica subacquea, ogni qual volta si riporta il valore di *sound pressure level* (o *sound intensity level*) alla sorgente (*SL*), deve essere espressa non solo la pressione di riferimento ma anche la distanza alla quale essa è stata misurata, che in genere corrisponde alla distanza standard di 1 m.

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

volta, si propaga seguendo le leggi della propagazione sferica. Il volume tipico di aria espulso da un *airgun* varia da circa 500 cm³ a circa 13000 cm³, per una batteria di *airgun*, il volume complessivo è un multiplo di questi valori.

Nelle prospezioni geofisiche l'impulso sonoro è parzialmente diretto verso il fondale e quindi limitato nella sua diffusione in mare ma gli schemi di trasmissione sonora nel mare dipendono da una molteplicità di fattori, spesso poco prevedibili e le modalità operative (lungo transetti, ad esempio), possono causare l'insonificazione, pressoché costante, di vaste aree.

<i>Water gun</i>	20 - 1500 Hz
<i>Airgun</i>	100 - 1500 Hz
<i>Sparker</i>	50 - 4000 Hz
<i>Boomer</i>	300 - 3000 Hz
Sistemi CHIRP	500 Hz - 12 kHz 2 - 7 kHz 4 - 24 kHz 3,5 kHz e 200 kHz

Tabella 2: Intervalli di frequenze usate dagli strumenti in uso al Woods Hole Coastal and Marine Science Center (USA)

(Fonte: <https://woodshole.er.usgs.gov/operators/sfmapping/seismic.htm>)

3.3 La propagazione del suono in ambiente marino

A prescindere dalle caratteristiche tecniche della sorgente sonora, in mare riveste particolare importanza il modo in cui si propaga il suono nell'immediato intorno della sorgente e come se ne modificano le caratteristiche via via che ci si allontana da essa. Infatti, i principali fattori che influiscono sui modi di propagazione sono la temperatura, la densità dell'acqua (che dipende dalla sua salinità) e la pressione. I fattori limite sono la superficie e il fondale, le cui caratteristiche sono fondamentali per determinare il modo in cui il fronte dell'onda sonora si riflette e quanto invece viene assorbito o rifratto dall'interfaccia tra i diversi mezzi. Di norma, nelle immediate vicinanze della sorgente (*near field*), la trasmissione sonora è caotica e non è facile descriverla. Appena superato il *near field*, la trasmissione obbedisce di solito alle regole della propagazione sferica mentre appena interferisce con superficie e fondale, la propagazione diventa cilindrica. La sua attenuazione (*transmission loss*,

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

TL) passa da una fattore $20 \log R$ (R =distanza tra sorgente e ricevitore) a $10 \log R$. Inoltre, ogni frequenza si attenua nel suo viaggio tra sorgente e ricevitore in maniera diversa; le frequenze più basse (ossia quelle con la maggior lunghezza d'onda, infatti $\lambda = c/u$, dove λ è la lunghezza d'onda, c è la velocità del suono in mare e u è la frequenza) si attenuano meno rispetto a quelle più alte (che hanno quindi lunghezze d'onda più corte).

Determinati sperimentalmente i profili di temperatura, salinità e profondità dell'area in cui si vuole operare e calcolata la velocità reale del suono, si applicano modelli di propagazione per predire dove e come si avranno i picchi di intensità sonora e quali saranno i rischi ambientali che si corrono.

Proprio nella scelta e nell'applicazione dei diversi modelli di propagazione risiede una delle maggiori difficoltà nella valutazione del rischio acustico. Esistono, infatti, vari algoritmi di simulazione per il TL, quelli che si basano sulla teoria dei raggi (dipendono dalla distanza), quelli che non dipendono dalla distanza (modelli a modo normale, modelli a espansione multicanale e modelli a campo veloce) e di nuovo, quelli che dipendono dalla distanza e dalle equazioni paraboliche. Inoltre è fondamentale considerare nei modelli le caratteristiche del fondale per quanto riguarda sia le sue capacità di riflessione sia quelle di trasmissione del suono (*shear waves*, *Raleigh waves*). Un *software* spesso utilizzato, libero da vincoli commerciali, e atto a far "girare" un modello, è il RAMsGeo (*Curtin Springs Univ.*) che tiene conto sia della distanza che delle caratteristiche di densità o fluidità del fondale e che appare particolarmente adatto alle stime di propagazione in fondali compresi entro la scarpata continentale.

3.4 Indagini 2D – 3D – 4D

Esistono due tipologie di rilevamento sismico: a due dimensioni (2D), in cui l'elaborazione dei dati rilevati fornisce come risultato un profilo geologico e tridimensionale (3D), in cui l'elaborazione dei dati rilevati fornisce un'immagine tridimensionale.

La complessità dell'immagine sonora ottenuta varia in funzione della quantità di dati disponibili, che a sua volta dipende dal numero di misurazioni effettuate; nel caso

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

della sismica 2D, è utilizzata una batteria di *airgun* e gli *streamer* (che contengono gli idrofoni) sono distanti tra loro un chilometro o più; diversamente, nel caso della sismica 3D, sono utilizzate 2 batterie di *array* e gli *streamer* sono distanti tra loro da 25 a 100 m.

Il 3D è un metodo più complesso che comporta l'impiego di apparecchiature di rilevamento più sofisticate, maggiori investimenti e un maggiore potenziale impatto sull'ambiente dovuto all'importante immissione di suoni. Nel campo delle prospezioni sono spesso impiegati rilievi 2D su vasta area, per poi concentrare i rilievi 3D su un'area più ristretta reputata di maggiore interesse.

Infine, vi sono i sondaggi 4D (o *time-lapse* 3D), costituiti da analisi 3D ripetute all'interno della stessa zona per un periodo prolungato. Questi sono utilizzati per ottenere immagini funzionali a documentare fenomeni quali i cambiamenti nel tempo che intervengono nel *reservoir* di idrocarburi in relazione alla produzione al fine di massimizzare lo sfruttamento del giacimento.

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

4 Consistenza delle attività nei mari italiani

Come richiamato in premessa la sismica a riflessione con utilizzo di tecnica *airgun* è una pratica normalmente utilizzata sia dalle Società petrolifere ai fini della ricerca di idrocarburi, sia dagli Enti di Ricerca per sviluppare maggiori conoscenze scientifiche in ambito geologico o acquisire dati per fini industriali. Vengono pertanto di seguito riportati i dati inerenti le richieste da parte di operatori del settore petrolifero di svolgere attività di prospezione e ricerca idrocarburi in mare, sottoposte da normativa vigente a procedura di VIA nazionale, e i dati forniti dai soggetti del mondo della ricerca scientifica nazionale (o rilevati dai siti istituzionali degli stessi) e dal Ministero degli Esteri e della Cooperazione Internazionale, sulle attività svolte nel contesto del bacino del Mediterraneo e di interesse per le acque territoriali nazionali. In ultimo, per completezza di informazione, si riportano gli esiti dei ricorsi proposti da Enti locali e Regioni in relazione all'utilizzo dell'*airgun* e al rilascio di giudizio positivo di compatibilità ambientale dei provvedimenti di VIA nazionale per progetti di prospezione e ricerca di idrocarburi nel mare Adriatico e Ionio.

4.1 Prospezione e ricerca petrolifera

I dati riportati nel presente paragrafo sono desunti dal Portale delle Valutazioni Ambientali VAS-VIA del Ministero dell'Ambiente (www.va.minambiente.it) che fornisce per tutti i progetti (VIA), piani e programmi (VAS) di competenza statale, informazioni e dati aggiornati in tempo reale nonché tutta la documentazione acquisita e prodotta nell'ambito di ciascun procedimento.

Nel periodo di riferimento (dati aggiornati al 30.11.2016) il Ministero dell'Ambiente (Direzione per le Valutazioni e Autorizzazioni Ambientali) ha complessivamente gestito 37 procedure di VIA nell'ambito delle quali è prevista l'esecuzione di indagini geofisiche a mare (sismica a riflessione 2D o 3D) da effettuarsi mediante l'utilizzo di *airgun*.

I dati di seguito sintetizzati sono riportati nel dettaglio per ciascun progetto nell'Allegato 1.

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

Le procedure sono relative sia a progetti di prospezione idrocarburi, che prevedono esclusivamente attività di indagine (geologiche e geofisiche), che a progetti di ricerca idrocarburi, che prevedono sia attività di indagine (geologiche e geofisiche) che di perforazione di pozzi esplorativi. Di questi ultimi, per le finalità dell'analisi, sono stati considerati i permessi di ricerca che prevedono esclusivamente l'esecuzione di indagini geofisiche (sismica a riflessione 2D o 3D).

Si precisa che, delle 37 procedure:

- 34 riguardano la procedura di VIA (artt. 23-26 D.Lgs. 152/2006);
- 1 riguarda la fase di *scoping* (definizione dei contenuti dello Studio di Impatto Ambientale), che precede l'avvio della procedura di VIA (art. 21 D.Lgs. 152/2006). La procedura è stata conclusa nel 2016 e il proponente non ha ancora avviato la procedura di VIA;
- 2 riguardano la procedura di verifica di ottemperanza delle prescrizioni contenute nel provvedimento di VIA già emanato, che è successiva alla conclusione della procedura di VIA (art. 28 D.Lgs. 152/2006). Le procedure (una conclusa ed una attualmente in corso) sono relative alle prescrizioni associate al provvedimento di VIA emanato nel 2015.

Si evidenzia che le procedure di verifica di ottemperanza di cui sopra riguardano prescrizioni contenute nel Decreto VIA n. 104 del 08/06/2015 (<http://www.va.minambiente.it/it-IT/Oggetti/Documentazione/683/906>) inerenti al piano di monitoraggio e di mitigazione degli effetti delle prospezioni geofisiche sui mammiferi marini

(<http://www.va.minambiente.it/it-IT/Oggetti/Documentazione/683/2724>).

Considerando il dato riferito alle 34 procedure di VIA, di queste:

- 16 sono relative a permessi di prospezione,
 - 18 sono relative a permessi di ricerca (indagini geofisiche),
- e sono così distribuiti nelle aree marine:
- 13 nel Mare Adriatico (Settentrionale, Centrale, Meridionale),

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

- 2 nel Mare di Sardegna,
- 11 nel Mar Ionio Settentrionale,
- 8 nello Stretto di Sicilia.

Poiché sono state considerate tutte le fasi dello stato dell'iter procedurale (procedure avviate, in corso e concluse), è opportuno precisare che nel periodo considerato sono inclusi procedimenti che possono essere stati avviati in anni precedenti e conclusi nel periodo 2015-2016.

In merito allo stato delle 34 procedure di VIA è possibile fornire il seguente quadro di sintesi (Tabella 3):

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Procedure VIA avviate	5	3	4	6	13	1	0
Procedure VIA concluse						15	8
Procedure VIA in corso							9

Tabella 3 Procedure di VIA nel periodo 2015-2016

Rispetto al periodo 2010-2014, il numero delle nuove procedure avviate si riduce sensibilmente nel periodo 2015-2016 in cui si assiste ad un sostanziale azzeramento di nuove iniziative.

Ad oggi (30.11.2016), nel periodo di riferimento risultano:

- 23 procedure concluse, che si riferiscono a procedure avviate negli anni precedenti (2010-2014), relative a 8 permessi di prospezione idrocarburi e 15 permessi di ricerca idrocarburi;
- 9 procedure in corso, relative a 8 permessi di prospezione idrocarburi e 1 permesso di ricerca idrocarburi;
- 2 procedure sospese, relative a 2 permessi di ricerca idrocarburi, per consentire l'adeguamento alle nuove norme stabilite dall'art. 1, comma 239 della Legge 208/2015 (Legge di Stabilità 2016) che hanno modificato l'art. 6, comma 17, del Decreto Legislativo 152/2006 in maniera più restrittiva le disposizioni vigenti.

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

Per i titoli minerari non ancora rilasciati (procedure di VIA ed autorizzative in corso) la modifica normativa ha comportato, sotto il profilo delle procedure di VIA ed autorizzative, la necessità di procedere ad una nuova perimetrazione delle aree in relazione al divieto di operare entro le 12 miglia dalla linea di costa e dal perimetro delle aree marine protette per i titoli minerari non ancora rilasciati.

Gli esiti delle 23 procedure concluse sono di seguito riportati:

- 3 procedure sono state archiviate,
- 19 procedure sono state concluse con esito positivo, con prescrizioni,
- 1 procedura è stata conclusa con esito negativo.

La rappresentazione cartografica delle 34 procedure di VIA in corso e concluse nel periodo 2015-2016 (30.11.2016) in base alla tipologia progettuale (prospezione idrocarburi, ricerca idrocarburi) ed allo stato della procedura (conclusa, in corso) è riportata nella seguente Figura 6.

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

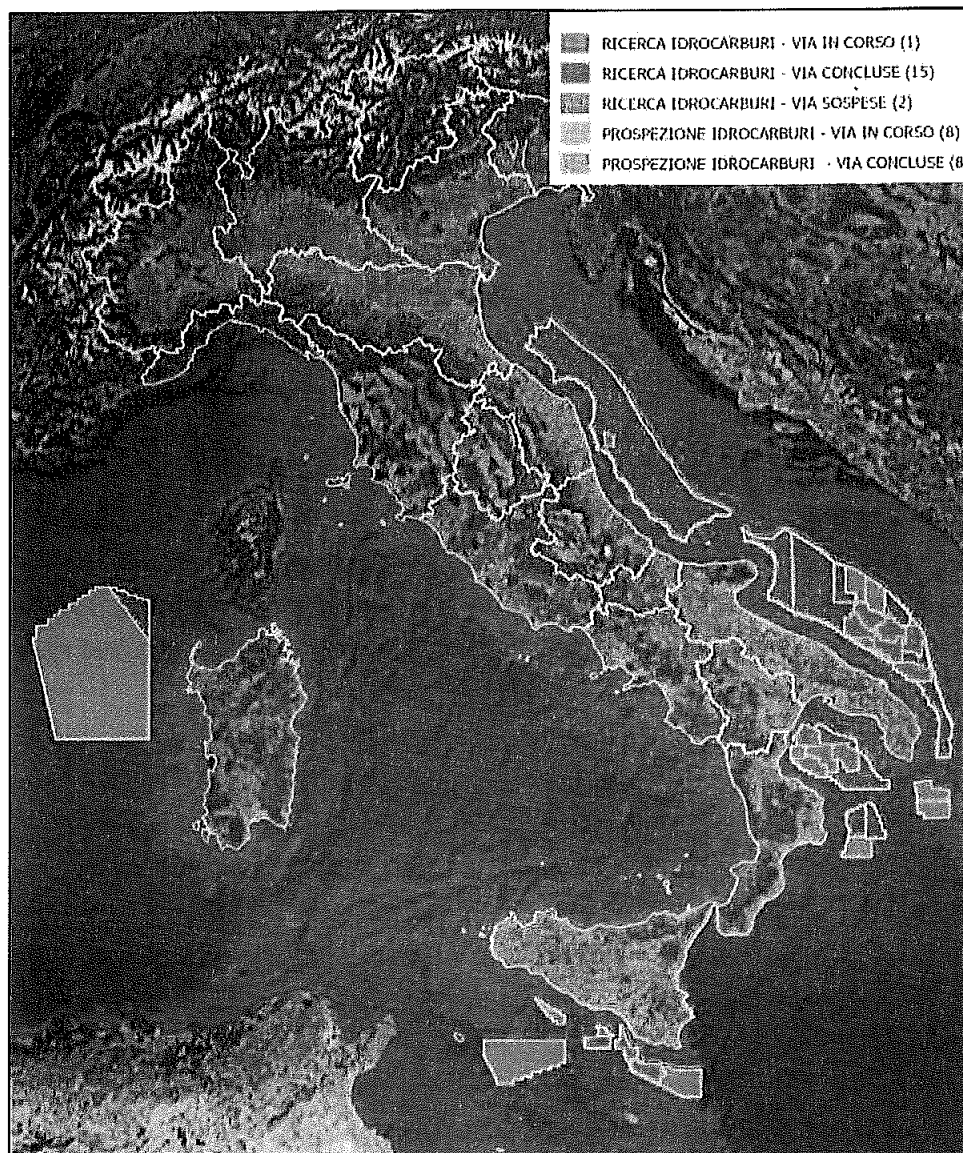


Figura 6: Mappa delle procedure di VIA in corso, concluse e sospese nel periodo 01.01.2015-30.11.2016 (fonte: www.va.minambiente.it).

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

4.2 Ricognizione dello stato delle autorizzazioni rilasciate dal Ministero dello Sviluppo Economico nel periodo 2015-2016

Tutti i dati riportati nel presente paragrafo sono desunti dal sito web del Ministero dello Sviluppo Economico - Direzione generale per la sicurezza dell'approvvigionamento e le infrastrutture energetiche (DGSAIE) - Divisione VII - Rilascio e gestione titoli minerari, espropri, royalties (<http://unmig.mise.gov.it/dgsaie/dgsaie.asp>) che è l'autorità competente al rilascio dei permessi di prospezione, di ricerca e delle concessioni di coltivazione di idrocarburi ed alla gestione delle relative entrate economiche. Nel sito della DGSAIE-Divisione VII è possibile acquisire tutte le informazioni relative alle istanze per il rilascio di titoli minerari, alle royalties, canoni ed espropri.

Dalle informazioni riportate sul citato sito web del Ministero dello Sviluppo Economico, **per nessuno dei 19 progetti di prospezione e ricerca idrocarburi per i quali è stata conclusa la procedura di VIA con esito positivo nel periodo 2015-2016 è stata rilasciata l'autorizzazione (titolo minerario) da parte del Ministero dello Sviluppo Economico.**

In particolare, 8 istanze di permesso di ricerca risultano in fase decisoria, ovvero nella fase, successiva all'emanazione del provvedimento di VIA, che va dalla Conferenza dei Servizi per l'acquisizione dei pareri alla successiva emanazione del decreto di conferimento del titolo minerario da parte del MISE.

Per 2 permessi di ricerca già rilasciati (nell'ambito dei quali l'operatore ha effettuato la VIA per svolgere indagini geofisiche) risulta richiesta dall'operatore e concessa dal MISE la sospensione del decorso temporale del permesso già titolo minerario (dal 26 settembre 2014 al 26 settembre 2016) motivata dalla necessità di adempiere alle specifiche prescrizioni previste dal decreto VIA e di effettuare le verifiche di ottemperanza imposte legate ad operazioni da eseguire *ante operam*, propedeutiche all'acquisizione del rilievo sismico 3D (monitoraggi). Si tratta, nello specifico, delle due procedure di verifica di ottemperanza delle prescrizioni citate nel precedente capitolo, che risultano attualmente in corso presso il Ministero dell'Ambiente.

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

Nell'ambito dei titoli minerari vigenti, non risultano ad oggi permessi di prospezione idrocarburi autorizzati dal Ministero dello Sviluppo Economico (<http://unmig.mise.gov.it/dgsaie/titoli/titoli.asp>).

4.3 Esiti contenziosi contro i provvedimenti di VIA nazionale

In merito all'utilizzo della tecnica dell'*airgun*, Enti territoriali, singoli Comuni e associazioni ambientaliste hanno presentato 53 ricorsi contro i provvedimenti di VIA con cui il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha rilasciato giudizio positivo di compatibilità ambientale per progetti di prospezione e ricerca di idrocarburi nel Mar Adriatico e del Mar Ionio.

I ricorsi sono stati presentati al TAR Lazio dalle regioni Puglia, Calabria, Basilicata, dalla Provincia di Teramo, dai Comuni di Ostuni (Br) e Amendolara (Cs) (ricorsi plurimi) e da diversi altri Comuni.

I ricorrenti hanno eccepito, con motivi sostanzialmente identici in tutti i ricorsi, le violazioni di seguito elencate:

1. Difetto di istruttoria omesso richiamo di un parere rilevante del procedimento.
2. Eccesso di potere. Contraddittorietà, difetto di istruttoria, travisamento, abnormità procedimentale.
3. Violazione dell'articolo 5 del Decreto legislativo n. 152/2006. Violazione del principio impositivo della valutazione di impatto ambientale cumulativa.
4. Omessa valutazione dell'impatto ambientale transfrontaliero.
5. Violazione del principio di precauzione di cui all'art. 3-ter del D.Lgs. n. 152/2006 e ss.mm.ii.
6. Violazione della direttiva 2008/56/CE recepita con D.Lgs. n. 190/2010 (Strategia per l'Ambiente Marino).
7. Violazione della direttiva 2013/30/UE sulla sicurezza delle operazioni in mare nel settore degli idrocarburi.
8. Carenza di istruttoria del Ministero dei Beni e delle Attività Culturali. Difetto o insufficiente motivazione dei pareri della CTVA e delle prescrizioni ivi contenute.
9. Impugnativa della art. 38 comma 1 bis del D.L. n. 133/2014 e del Decreto MISE del 25.03.2015, mancata istituzione del Tavolo Tecnico Permanente.

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

Alle suddette censure, il Ministero dell'Ambiente ha replicato con le seguenti principali motivazioni.

- In Italia le risorse minerarie appartengono al patrimonio indisponibile dello Stato. Non procedendo direttamente al loro sfruttamento, l'Amministrazione assegna questo compito in concessione ad operatori privati, dopo averne verificato le capacità tecnico-economiche e mantenendo comunque sullo svolgimento delle attività una vigilanza finalizzata ai controlli sulla sicurezza ed a garantire il buon governo dei giacimenti, oltre che il puntuale rispetto della normativa che disciplina l'intero settore *upstream* degli idrocarburi (prospezione, ricerca e coltivazione degli idrocarburi liquidi e gassosi nella terraferma e nelle aree marine ricadenti sotto la giurisdizione nazionale).

- La Commissione VIA/VAS del Ministero dell'Ambiente si esprime unicamente in merito alla compatibilità ambientale dei progetti presentati. Le aree di ricerca, la loro definizione, e l'attribuzione alle diverse società sono di competenza esclusiva del Ministero dello Sviluppo Economico. La Commissione VIA/VAS del Ministero Ambiente avendo accesso, come tutti, ai dati del Ministero dello Sviluppo Economico ha valutato non soltanto le singole istanze dei proponenti, riferite alle singole aree, ma anche il complesso del sistema di ricerca di idrocarburi nelle aree interessate dalle istanze.

Tra le censure formulate vi è quella afferente al fatto che l'attività di prospezione e ricerca di idrocarburi sia profondamente impattante sull'ambiente e che in proposito vi siano criticità non considerate o poco approfondite da parte della Commissione Tecnica VIA/VAS del Ministero dell'Ambiente. In proposito il Ministero dell'Ambiente ha argomentato, con motivazioni condivise dal Tribunale Amministrativo, che il progetto valutato dal punto di vista ambientale dalla Commissione VIA/VAS si riferisce unicamente a permessi di indagine non distruttiva, con la tecnica dell'*airgun*, escludendo qualsiasi operazione di ricerca diretta ed escavazione di pozzi di prova. Le autorizzazioni concesse in questa fase permettono soltanto di acquisire studi e conoscenze in merito ad eventuali possibilità future di sfruttamento, la cui compatibilità ambientale dovrà essere valutata ulteriormente con un nuovo e specifico procedimento di VIA.

Tra le altre principali motivazioni di carattere procedurale e tecnico, contenute nei

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

ricorsi presentati, si segnalano:

- mancata considerazione nell'ambito dell'istruttoria di VIA del parere integrativo reso da talune Regioni;
- distanza delle attività dalla costa;
- durata delle attività;
- effetti del rumore sugli organismi acquatici (con particolare riferimento ai mammiferi marini);
- impatto cumulativo.

La magistratura amministrativa ha ritenuto meritevoli di accoglimento le argomentazioni tecnico-difensive del Ministero dell'Ambiente, rigettando tutti i ricorsi ad oggi proposti e statuendo in maniera chiara e definitiva che la fase di prospezione legata all'indagine sismica con il conseguente utilizzo della tecnica dell'*airgun*, possa essere oggetto di positiva valutazione ambientale, non essendo invasiva né dannosa per l'ambiente.

Si segnala inoltre che nell'iter di approvazione parlamentare della legge n. 68/2015 (sui c.d. "ecoreati") è stato proposto al Senato l'emendamento al disegno di legge (art. 452 undecies – Ispezione fondali marini) che individuava come fattispecie di reato l'impiego dell'*airgun* per le attività di ricerca e di ispezione del fondali marini finalizzate alla coltivazione di idrocarburi.

"Art. 452- undecies. -- (Ispezione fondali marini) -- Chiunque, per le attività di ricerca e di ispezione del fondali marini finalizzate alla coltivazione di idrocarburi, utilizza la tecnica dell'airgun, o altre tecniche esplosive è punito con la reclusione da uno a tre anni".

A seguito di tale proposta la Comunità scientifica italiana ha mostrato al Governo la propria netta e motivata contrarietà (Allegato 2), pur evidenziando la necessità che le procedure e le pratiche disponibili per la minimizzazione dell'impatto ambientale siano rigorosamente rispettate. Alle relazioni difensive del Ministero dell'Ambiente presentate per i ricorsi è stato allegato il contributo dei principali Enti di ricerca in merito alla ipotesi di emendamento legislativo finalizzato all'inserimento dell'utilizzo della tecnica *airgun* tra gli eco reati.

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

4.4 Ricerca scientifica

Per il rilievi di geofisica marina finalizzati alla ricerca scientifica esiste un'ampia gamma di energizzatori acustici utilizzabili da quasi tutte le navi oceanografiche nelle loro campagne: dai metodi acustici ad altissima frequenza, capaci di fornire immagini dettagliate del fondo marino (prevalentemente *side-scan*, *sonar*, *Compressed High-Intensity Radiated Pulse* – CHIRP e multibeam), alla strumentazione utile ad indagare i primi livelli del sottosuolo (*sub bottom profilers*), fino alla sismica profonda con sorgenti di tipo monocanale ad alta risoluzione e bassa penetrazione (*sparker*) o di tipo multicanale, ad alta penetrazione (*airgun*).

Anche le campagne oceanografiche svolte nel Mediterraneo ed in particolare nelle acque territoriali italiane, hanno utilizzato tali strumentazioni - spesso in maniera combinata - per ottenere, ad esempio, informazioni relative alla individuazione e ricostruzione degli andamenti geometrici delle unità geologiche costituenti il sottofondo marino, finalizzate alla comprensione dell'evoluzione degli ambienti deposizionali utili per ricostruzioni paleogeografiche e paleoambientali. Tali metodologie sono inoltre state utilizzate per tomografie sismiche volte alla comprensione delle strutture vulcano-tettoniche profonde ed all'individuazione delle camere magmatiche di complessi vulcanici.

Ai fini della stesura del presente Rapporto i dati relativi alle campagne di indagine sismica a mare per ricerca scientifica con utilizzo della tecnica *airgun* sono stati richiesti ai principali Enti ed Istituti Nazionali di Ricerca (CNR, INGV, INFS, ISPRA, OGS, CIBRA, CoNISMa), al Ministero degli Affari Esteri e della Cooperazione Internazionale e al Corpo delle Capitanerie di Porto – Guardia Costiera. Informazioni sono state fornite dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), (informazioni relative ad una singola campagna oceanografica), dall'Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale (OGS) e dal Ministero degli Affari Esteri e della Cooperazione Internazionale – Direzione Generale per l'Unione Europea - Ufficio VII - Paesi dell'Europa meridionale e mediterranea.

I dati del CNR sono stati reperiti sul sito istituzionale dell'Ente, che rende disponibile in rete una considerevole e dettagliata mole di rapporti tecnici riguardanti le campagne effettuate a mare dai propri istituti. Tutte le informazioni reperite, integrate

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

con quelle estratte da pubblicazioni scientifiche, relative a campagne condotte tra gli anni 2001 e 2015, sono rappresentate nei grafici e nelle tabelle restituite nell'Allegato 3 e rappresentano un quadro d'insieme delle diverse tecnologie utilizzate per le prospezioni sismiche finalizzate alla ricerca scientifica nel Mediterraneo.

L'analisi della documentazione scientifica ha permesso un primo *screening* delle informazioni associate alle campagne di prospezioni *airgun* effettuate dagli Enti di Ricerca nei nostri mari ed in zone contigue che si possono sintetizzare nei seguenti punti:

- Le aree di indagine afferiscono al Golfo di Provenza, al Mar Ligure, al Margine Ovest della Sardegna, al Mare di Alghero-Balearico, all'Alto Adriatico, al Canale d'Otranto, al Mar Tirreno centro-meridionale, al Mare Ionio ed alla Scarpata di Malta;
- Sono state realizzate con navi oceanografiche battenti bandiera italiana, francese, spagnola e greca;
- I cannoni *airgun*, spesso disposti in batterie, hanno volumetrie complessive di scoppio comprese tra gli 0,2 l e gli 85,2 l, con una media che si attesta tra il litro e 4-5 litri;
- la pressione di esercizio varia tra i 90 *bar* ed i 180 *bar* (9000 – 18000 kPa)
- durante la navigazione, che si svolge di norma a bassa velocità, gli intervalli di scoppio variano tra i 12,5 ed i 50 metri;
- gli *array* di cannoni *airgun* sono posti ad una profondità variabile tra 1.5 e 15 m dal pelo libero del mare.

Nei grafici seguenti sono riassunti i dati complessivi disponibili relativi alle campagne *airgun* eseguite negli anni dal 2001 al 2015 dal settore della ricerca scientifica, di interesse per le acque marine nazionali e zone limitrofe di altri Stati costieri.

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

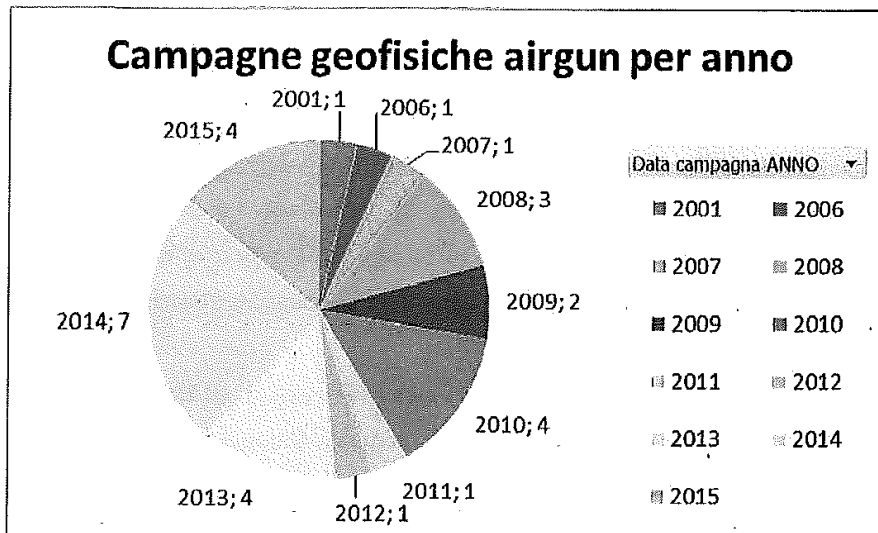


Grafico 1 : Numero campagne *airgun* eseguite negli anni 2001-2015 dal settore della ricerca scientifica

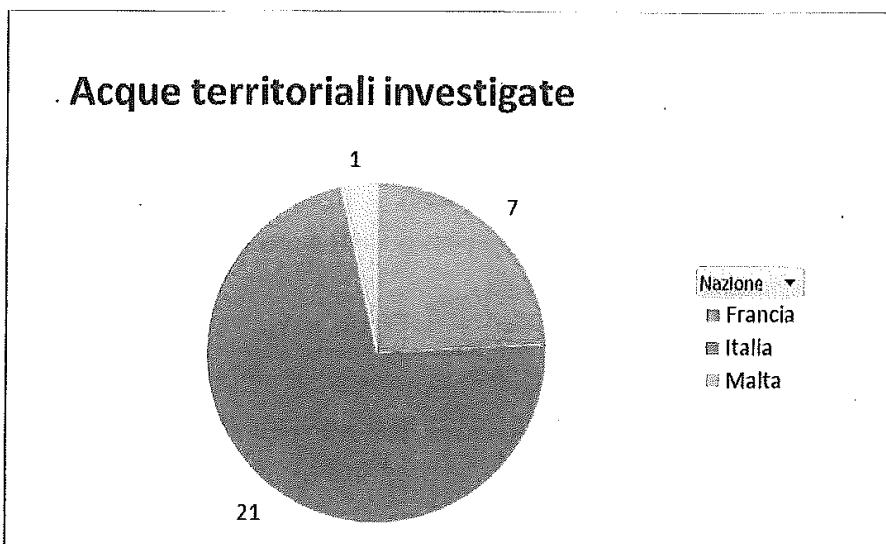


Grafico 2 - Acque territoriali interessate da campagne *airgun* eseguite dal settore della ricerca scientifica (anni 2001-2015)

*Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun***5 Impatti sugli ecosistemi marini, stato delle conoscenze**

Secondo la definizione d'inquinamento marino data dal GESAMP³, l'organismo consultivo delle Nazioni Unite, "pollution means the introduction by man, directly or indirectly, of substances or energy into the marine environment (including estuaries) resulting in such deleterious effects as harm to living resources, hazards to human health, hindrance to marine activities including fishing, impairment of quality for use of sea water and reduction of amenities"⁴ (GESAMP, 1969), quello acustico, causato dall'immissione nell'ambiente marino di energia in forma di suono, è una delle forme di inquinamento più comuni, peraltro non circoscrivibile e quindi transfrontaliero.

Nelle righe che seguono si vogliono rendere disponibili, in particolare ai non specialisti, i risultati delle indagini scientifiche pertinenti al tema degli "effetti sull'ecosistema marino della tecnica dell'airgun" pubblicate soprattutto nell'ultimo decennio. L'indagine bibliografica condotta ha riguardato lavori su riviste nazionali e internazionali pubblicati sino all'inizio del 2016.

I risultati della ricognizione esperita su detta letteratura scientifica, possono essere sintetizzati nel pensiero espresso in una pubblicazione del Dipartimento "pesca e oceani" canadese: "... From the evidence available, it can be concluded that seismic sounds in the marine environment are neither completely without consequences nor are they certain to result in serious and irreversible harm to the environment"⁵ (Department of Fisheries and Oceans, Environment Canada, 2004).

Questa conclusione è evidentemente applicabile a "conseguenze", quali "danni all'ambiente", che siano "serie" e "irreversibili" dando per assunto che conseguenze meno "serie" e reversibili, vale a dire, temporanee sia rispetto al ciclo vitale dell'individuo sia per gli equilibri ecosistemici, non sono considerate. Si potrebbe obiettare l'opinabilità di un tale approccio, ma lo studio della letteratura esaminata

³ GESAMP: Joint (IMO/FAO/UNESCO/WMO/WHO/AEA/UN/UNEP) Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection (formerly Marine Pollution).

⁴ "... introduzione diretta o indiretta da parte umana, di sostanze o energia nell'ambiente marino ... che provochi effetti deleteri quali danno alle risorse viventi, rischio per la salute umana, ostacolo alle attività marittime compresa la pesca, deterioramento della qualità dell'acqua marina e riduzione delle attrattive".

⁵ "... dalle evidenze disponibili si può concludere che i suoni sismici in ambiente marino non sono completamente senza conseguenze come non sono certamente imputabili di effetti seri e irreversibili".

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

permette di considerare indubbiamente irrilevanti osservazioni di "effetti" molto difficilmente o niente affatto percepibili con gli strumenti a disposizione della ricerca più avanzata. Ad esempio, è molto difficile immaginare evidenze scientifiche di danno temporaneo, in organismi provvisti di recettori acustici e di un "linguaggio" basato su suoni, indotto dal "disturbo alla comunicazione" provocato dal rumore isolato e sporadico di un *airgun*. Posto che le caratteristiche fisiche del rumore siano adeguate e il campione della popolazione della specie osservata sia significativo in termini di numerosità degli individui esaminati, un danno all'ecosistema può evidenziarsi qualora si osservino e misurino, in individui ripetutamente esposti al rumore, reazioni comportamentali anomale che alterano, ad esempio, la vita di relazione, compromettendo le capacità di riprodursi. In altri termini, qualora le "conseguenze" dell'esposizione alla sorgente rumorosa siano "serie" e "irreversibili".

Considerato che la misura, in un dato periodo di tempo, del "benessere" degli organismi animali che popolano un ecosistema marino può ben rappresentare lo stato degli equilibri di quel determinato ecosistema, pare opportuno sottolineare l'evidenza della scarsità di conoscenze disponibili sugli effetti inquinanti del rumore a carico della stragrande maggioranza degli organismi marini. Questa carenza di conoscenze è documentata, in particolare, dallo scarso numero di pubblicazioni dedicate alle interazioni rumore/invertebrati. Pertanto, una disamina degli "effetti sull'ecosistema marino" dell'uso di sorgenti di rumore quali l'*airgun* non può che riguardare osservazioni e scoperte documentate di effetti sui pochi gruppi animali indagati. Circa la possibilità di evidenziare alterazioni significative agli equilibri ecosistemici ascrivibili direttamente all'impiego di cannoni ad aria in mare, questa è esclusa sia dalla molteplicità e contemporaneità delle sorgenti di danno sia dalla complessità degli equilibri che regolano l'omeostasi di un ecosistema. Inoltre, l'*airgun* è uno strumento usato al traino di un natante che producendo rumore, riscaldamento dell'acqua, ricaduta di fumi, eccetera, inevitabilmente provoca alterazioni all'ecosistema pelagico che attraverso la cui persistenza e rilevanza possono essere analoghe a quelle prodotte dallo strumento *per se*.

Gli ecosistemi che potenzialmente sono maggiormente soggetti all'uso di *airgun* appartengono al *pelagos* del largo e gli studi reperiti e di seguito delineati, riguardano

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

organismi propri di quel dominio.

Le caratteristiche dell'immissione sonora che possono determinare effetti sugli organismi marini sono:

- a. la frequenza delle onde acustiche (espressa in Hertz, Hz), parametro da considerarsi in relazione allo spettro uditivo delle specie prese in considerazione;
- b. il picco di pressione o energia riferito all'ampiezza istantanea di variazione pressoria (espresso in decibel, dB riferito a 1 μ Pa), parametro rilevante per il rischio di trauma;
- c. la pressione media lungo un intervallo di tempo (*Root Mean Square pressure*, RMS), parametro più rilevante per gli effetti non traumatici ma cronici;
- d. il livello di esposizione sonora (*Sound Exposure Level*, SEL) ovvero una misura della dose di energia sonora ricevuta lungo un intervallo di tempo, in altri termini è misura dell' esposizione all'inquinante "rumore".

Gli effetti dell'esposizione al rumore descritti per primi negli organismi marini sono stati i cambiamenti delle reazioni comportamentali, i più evidenti. Reazioni comportamentali immediate sono state ampiamente documentate, in particolare nei mammiferi marini che mostrano la tendenza a evitare le aree in cui vengono prodotti i suoni o a fuggire da queste o a ridurre le loro vocalizzazioni quando esposti. Le possibili conseguenze a lungo termine, persistenti quindi, sono più difficili da rilevare negli organismi perché richiedono condizioni di osservazione più difficili da realizzare.

La letteratura scientifica consultata è stata vagliata tenendo conto delle diverse condizioni sperimentali adottate negli esperimenti fatti con pesci o invertebrati.

Raramente la documentazione scientifica riporta in maniera dettagliata le caratteristiche delle emissioni sonore utilizzate nelle condizioni sperimentali.

Sebbene la maggior parte degli studi scientifici riportino le interazioni tra l'impiego di *airgun* e specie rientranti nell'elenco di quelle considerate in pericolo (soprattutto mammiferi e rettili marini), molti lavori evidenziano un potenziale rischio anche per

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

altri organismi marini, in particolare pesci e cefalopodi.

Di seguito viene proposta una disamina delle pubblicazioni rilevanti sull'argomento.

5.1 Effetti sui pesci

Le frequenze emesse dall'*airgun* (20-150 Hz) rientrano nello spettro uditivo dei pesci (50-3000 Hz) e sono dunque da ritenersi potenzialmente responsabili di disturbi comportamentali e fisiologici a danno della fauna ittica. Gli effetti possono essere di vario genere e con diversi gradi di gravità, comunque non sono riportati casi di mortalità.

5.1.1 Effetti sul comportamento

Gli effetti che si può ipotizzare si verifichino sul comportamento dei pesci possono essere: risposta di allarme; cambiamento negli schemi di nuoto (aumento della velocità e variazione della direzione); cambiamento nella distribuzione verticale nella colonna d'acqua.

Questi effetti saranno di breve durata e in relazione con il tempo di esposizione al disturbo. L'effetto ecologico può essere considerato basso se si escludono circostanze particolari in cui il disturbo disperde aggregazioni riproduttive o provoca la deviazione da rotte migratorie. Gli effetti possono variare in tipologia e intensità secondo la specie e la classe di età degli individui osservati.

È dimostrato come la comunicazione acustica può essere limitata negli habitat con inquinamento acustico (Radford *et al.*, 2014; Amoser & Ladich, 2003). D'altronde, è noto che la comunicazione acustica tra pesci è importante per la sopravvivenza e per il successo riproduttivo (Rowe *et al.*, 2008; Verzijden *et al.*, 2010) e alterare tale comunicazione potrebbe andare a limitare le reazioni di allarme e fuga dai predatori (Simpson *et al.*, 2015) e i meccanismi di accoppiamento.

Varie reazioni comportamentali sono state descritte inoltre da alcuni autori che riportano come i pesci sottoposti a rumore antropogenico si spostino a profondità maggiori, si compattino in branchi, si immobilizzino (*freezing*) o diventino più attivi (Dalen and Knutsen, 1987; Pearson *et al.*, 1992; Skalski *et al.*, 1992; Santulli *et al.*, 1999; McCauley *et al.*, 2000; Slotte *et al.*, 2004).

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

Questi comportamenti causati dal rumore sembrano avere anche una base fisiologica nei pesci in quanto sono accompagnati da incrementi della concentrazione degli ormoni dello *stress* come il cortisolo (Santulli *et al.* 1999). Lo *stress* causato dal rumore può influenzare negativamente i processi riproduttivi e di crescita nei pesci.

Lo studio di Wardle *et al.* (2001) invece descrive effetti poco significativi nella variazione di comportamento per il popolamento ittico e di invertebrati esposti a picchi sonori variabili intorno ai 200 dB (rel to 1 μ Pa).

5.1.2 Effetti fisiologici sull'udito

Una vasta gamma di impatti acustici sono stati osservati sui pesci (Weilgart, 2013). Essi vanno da un abbassamento della soglia uditiva fino alla compromissione delle strutture fisiologiche (orecchio interno e linea laterale). Gli effetti di spostamento della soglia uditiva sono temporanei o permanenti: *Temporary Threshold Shifts* [TTS] o *Permanent Threshold Shifts* [PTS].

Alcuni studi mostrano che gli *airgun* danneggiano ampiamente l'orecchio interno dei pesci presenti a distanze comprese tra 500 metri fino a diversi chilometri dai rilievi sismici. Una riduzione della sensibilità uditiva si può osservare come risultato di danni agli organi e strutture uditive, come le cellule ciliate e la linea laterale (Hastings *et al.* 1996; McCauley *et al.* 2003; Amoser *et al.* 2003; Smith *et al.* 2004). Lo studio di McCauley *et al.* 2003 mostra come l'orecchio interno dei pesci esposto alla pressione sonora di un *airgun* subisca ingenti danni al suo epitelio sensoriale che mostra l'ablazione delle cellule ciliate. Il danno osservato è stato considerato grave in regioni (*regionally severe*) localizzate dell'epitelio, senza evidenza di riparazione o sostituzione di cellule sensoriali danneggiate sino a 58 giorni dopo l'esposizione all'*airgun*.

Amoser *et al.*, 2003 descrivono gli effetti di un rumore bianco (ampio spettro) intenso e prolungato (158 dB re 1 μ Pa per 12 e 24 h) sulle capacità uditive di due specie d'acqua dolce (*Carassius auratus* e *Pimelodus pictus*) riportando una sensibile perdita di sensibilità (più di 26 dB in *C. auratus* e 32 dB in *P. pictus*). Inoltre la soglia uditiva si ripristinava dopo tre giorni per *C. auratus* e 14 giorni per *P. pictus*. Quindi, specie diverse possono essere affette con gradi di severità differenti in relazione alla

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

loro sensibilità uditiva.

Popper *et al.*, 2005, invece, espongono ad *airgun* ($730 \text{ in}^3 = \text{circa } 12000 \text{ cm}^3$) pesci di acqua dolce disposti in gabbie a varie distanze e riportano sostanzialmente una assenza di conseguenze per l'apparato uditivo. Affermano però che lo studio non prende in considerazione attività sperimentali su scala maggiore: maggior numero e potenza di *airgun*, profondità maggiori del fondale ed esposizione più lunga.

Ci sono, inoltre, evidenze di altri effetti fisici alle strutture corporee di pesci ossei dovuti a immissioni sonore in acqua. Gli effetti registrati sono traumi sub-letali e letali e consistono in ernie e lacerazione della vescica natatoria, ematomi e emorragie del fegato, ematuria (sangue nelle urine) ecc. (Carlson, 2012; Casper *et al.*, 2013; Govoni *et al.*, 2003; Halvorsen *et al.*, 2012). Gli studi riguardano le perforazioni di tipo *pile driving* (per palificazioni, pale eoliche etc.) quindi con diverse caratteristiche della fonte sonora.

5.2 Effetti sulla pesca commerciale

Ci sono evidenze che possono indicare una diminuzione dei tassi di cattura da parte della pesca commerciale in conseguenza a prospezioni sismiche. Questo fenomeno sarebbe determinato da risposte comportamentali quali: spavento, allarme, evitamento, migrazione, perdita di equilibrio.

Vari autori hanno evidenziato un calo dei tassi di cattura dal 40% all' 80% di varie specie ittiche quali: merluzzi, aringhe, cicerelli (*sand eel*), *Sebastes* spp. (*rockfish*) (Dalen and Knutsen 1987; Løkkeborg 1991; Skalski *et al.* 1992; Engås *et al.*, 1993; Løkkeborg and Soldal, 1993. Engås *et al.* 1996; Hassel *et al.* 2004; Slotte *et al.* 2004). E' stato descritto come le detonazioni di *airgun* provochino reazioni di allarme nei merluzzi a distanze di 16-18 miglia nautiche dalla nave che effettua i rilevamenti sismici (Engås *et al.*, 1993). Il calo del tasso di cattura è si osservato dove erano state condotte di recente le prospezioni con *airgun* (Skalski *et al.*, 1992; Engås *et al.*, 1993; Løkkeborg and Soldal, 1993) e può perdurare per 5 giorni dopo l'esposizione. Løkkeborg e Soldal (1993) mostrarono che i tassi di cattura della pesca commerciale decrescono significativamente durante l'uso di *airgun* e gli effetti perdurano per 24 ore fino a una distanza di almeno 9 km. Ciò ha determinato anche richieste di

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

compensazione da parte degli operatori della pesca norvegese.

Anche i tassi di cattura di un Gasteropode, il murice *Bolinus brandaris*, hanno subito un declino dopo l'esposizione ad *airgun* (Moriyasu *et al.* 2004). Non sono invece state osservate differenze significative nel tasso di cattura del granchio *Chionoecetes opilio* nelle acque di Halifax (Nova Scotia) prima e dopo la conduzione di un *survey* sismico sperimentale con l'impiego di *airgun* (Christian *et al.*, 2003).

Risultati contrastanti si evincono dallo studio sui gamberi di Andriguetto-Filho *et al.*, 2005 nelle rese della pesca a strascico prima e dopo l'uso di una batteria di *airgun* con picco sonoro a 196 dB (re 1 μ Pa a 1m) lungo la costa del Brasile. In questo caso non si riscontrarono effetti significativi, concludendo che lo *stock* dei gamberi è resistente (*resilient*) al disturbo degli *airgun*.

5.3 Effetti su uova e larve di invertebrati e pesci

I dati non sono esaustivi ma risultano evidenze che l'esposizione a suoni può provocare arresto nello sviluppo delle uova di organismi marini o sviluppo anomalo delle larve. De Soto *et al.*, 2013 osservano che larve del bivalve pecten (*Pecten novaezelandiae*) esposte a ripetuti impulsi sismici mostravano significativi ritardi di sviluppo e nel 46% dei casi anche malformazioni corporee potenzialmente dannose per la sopravvivenza. Lo sviluppo ritardato delle uova del granchio *Chionoecetes opilio* è stato osservato quando esposte sperimentalmente in vasca a suoni con frequenza di 221 dB originati a 2 metri di distanza (Christian *et al.*, 2003).

Anche altri autori affermano che l'impatto dei rilevamenti con *airgun* riduce la vitalità delle uova, aumenta la mortalità embrionale, e decrementa la crescita larvale quando uova e larve di pesci sono esposte a livelli di picco sonoro di 120 dB re 1 μ Pa (Kostyuchenko, 1973; Booman *et al.*, 1996). Le larve di rombo riportano danni alle cellule cerebrali e ai neuromasti (recettori pressori della linea laterale dei pesci costituiti da un gruppo di cellule ciliari ricoperte da una cupola gelatinosa, più o meno esposti all'ambiente esterno) (Booman *et al.* 1996). I neuromasti ricoprono una funzione importante nella reazione di fuga nelle giovani larve e quindi nella loro capacità di evitare i predatori.

Questi effetti risultano però concentrati nell'intorno della sorgente sonora: i dati

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

disponibili in letteratura indicano infatti che la mortalità di uova e larve di pesci si verifica solo quando queste si trovano a pochi metri dall'*airgun* (Kostyuchenko, 1973). Inoltre, queste osservazioni sono fatte in condizioni sperimentali dove gli organismi sono sottoposti a un inquinamento acustico più intenso rispetto alle condizioni operative impiegate usualmente su campo.

Sostanzialmente l'effetto sembrerebbe inferiore o paragonabile al tasso di mortalità naturale e sarebbe quindi trascurabile (Sætre and Ona, 1996).

Non ci sono studi sull' eventuale variazione del tasso di reclutamento dei pesci o invertebrati marini.

5.4 Effetti sugli invertebrati

In letteratura sono reperibili osservazioni riferite in massima parte ai soli Cefalopodi, in particolare a proposito di effetti morfologici e ultrastrutturali causati da traumi acustici indotti sperimentalmente in quattro specie di Cefalopodi (André *et al.*, 2011) e delle possibili interazioni con il rumore di calamari giganti rinvenuti spiaggiati.

Come per i pesci, ci si può aspettare la stessa tipologia di risposta comportamentale negli schemi di movimento, aumento della velocità e della direzione e nella diversa distribuzione verticale nella colonna d'acqua. Questi effetti anche per gli invertebrati, saranno presumibilmente di breve durata e paragonabili al tempo di esposizione al disturbo. L'effetto ecologico è basso se si escludono circostanze particolari in cui il disturbo causa la dispersione durante le aggregazioni riproduttive o provoca la deviazione da rotte migratorie.

Bisogna considerare inoltre che la maggior parte degli invertebrati sono in grado di percepire i suoni di prospezioni acustiche solo a distanza molto ravvicinata (forse meno di 20 metri) attraverso i loro mecano-recettori; i cefalopodi costituiscono un'eccezione vista la loro sensibilità *far-field* a certi tipi di suono (McCauley, 1994).

Per quanto riguarda i cefalopodi ci sono alcune evidenze di traumi morfologici permanenti per quattro specie di calamari sottoposti ad esperimenti in condizioni controllate di esposizione a sorgenti sonore (intensità comprese tra 157 e 175 db comprese nel *range* di frequenze da 50 a 400 Hertz, André *et al.*, 2011). Questi calamari mostravano traumi estesi non compatibili con la vita o danni permanenti che compromettevano il senso dell'equilibrio e della posizione. In particolare sono stati

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

osservati danni a carico delle statocisti, strutture specializzate nel permettere all'organismo di determinare la propria posizione e di mantenere l'equilibrio.

In alcuni lavori è stata evidenziata la correlazione tra spiaggiamenti di calamari giganti, nei quali sono stati osservati danni ad organi interni, e prospezioni sismiche effettuate in Nord Atlantico (André *et al.*, 2011; Guerra *et al.*, 2004; 2011). Tra settembre 2001 e ottobre 2003, lungo le coste dell'Asturia (Spagna), sono stati riportati significativi spiaggiamenti di calamari giganti coincidenti temporalmente con attività nell'area di prospezioni sismiche mediante *airgun* ad alta intensità e bassa frequenza (inferiore a 100 Hz). L'analisi autoptica ha rilevato la presenza di patologie e lesioni legate alle statocisti (André *et al.*, 2011). Anche Leite *et al.* (2016) riporta l'osservazione, effettuata proprio da un *Marine Mammal Observer* (MMO), di un calamaro gigante morto (*Architeuthis dux*) in concomitanza con prospezioni sismiche nel maggio del 2013 a largo delle coste brasiliane.

Sono possibili anche effetti fisiologici sugli invertebrati. Ad esempio in un bivalve, *Paphia aurea*, sottoposto a rumore sismico sono stati riscontrati sintomi di stress fisiologico evidenziati da alti livelli di sostanze quali idrocortisone, glucosio e lattato (Moriyasu *et al.* 2004).

5.5 Effetti sui rettili marini

I rettili marini hanno la capacità di rilevare stimoli acustici a bassa frequenza, indicando che la loro capacità uditiva rientra nel *range* di frequenza tipica degli *airgun* (10 – 500 Hz) (Nelms *et al.*, 2016).

Diversi studi hanno evidenziato atteggiamenti di allarme o di fuga come reazione immediata agli impulsi sonori emessi dagli *airgun* con pressione di 175 dB re 1 μ Pa (rms) o maggiore (O'Hara and Wilcox 1990; Moein *et al.*, 1994; McCauley *et al.*, 2000; Lenhardt, 2002). In termini generali, il loro comportamento diviene più erratico, indicando uno stato agitato dell'esemplare. E' però necessario precisare che a differenza dei mammiferi marini, è più difficile effettuare su campo l'osservazione visuale o acustica dei rettili marini e di conseguenza descriverne il comportamento (Nelms *et al.*, 2016).

I risultati di monitoraggi effettuati durante *survey* sismici hanno evidenziato risultati controversi. Ciononostante, diversi autori riportano un numero maggiore di

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

avvistamenti di tartarughe nei periodi di non attività (Weir, 2007; Hauser *et al.*, 2008; Holst and Smultea, 2008).

Le tartarughe esposte a esplosioni di *airgun* consecutive sembrano reagire sempre meno; ciò indicherebbe una riduzione della soglia sonora di sensibilità (TTS) o un fenomeno di assuefazione. Un esemplare di tartaruga che accusava un abbassamento della soglia uditiva di 15 dB ha impiegato due settimane per tornare ai livelli di soglia precedenti (Lenhardt, 2002).

McCauley *et al.*, 2000 hanno stimato che una tipica batteria di *airgun* che opera in mare con un fondale di 100-120 m potrebbe avere un'influenza sul comportamento delle tartarughe marine ad una distanza di circa 2 km e causare la loro reazione di fuga a circa 1 km.

DeRuiter e Doukara (2012) in uno studio effettuato sulla piattaforma continentale dell'Algeria, trovarono che il 57% delle tartarughe marine si immergevano prima di raggiungere la zona di esercizio di un *airgun* che esplodeva ogni 19,4 secondi con un livello di pressione sonora di 252 dB re 1 μ Pa di picco).

5.6 Effetti sui mammiferi marini

La nocività per i Cetacei del rumore prodotto durante le prospezioni geofisiche pare acclarata. Questi infatti comunicano, navigano, si orientano e individuano le prede grazie al suono. Le diverse specie di Cetacei emettono suoni entro specifici range di frequenza, utilizzando dei veri e propri canali comunicativi in cui viaggiano le informazioni.

L'esposizione al rumore di origine antropica può produrre un'ampia gamma di effetti sugli organismi acquatici (vedi Tabella 4), in particolare sui mammiferi marini. 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

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

colpito.

Impatto	Tipo di danno
Fisiologico - Non uditivo	Danni ai tessuti corporei (emorragie interne, rottura del tessuto polmonare). Embolia (e altri sintomi legati alla malattia da decompressione)
Fisiologico - Uditivo	Danni al sistema uditivo (rottura della finestra ovale o rotonda alla soglia dell'orecchio interno che può risultare letale; rottura del timpano). Effetti vestibolari (vertigini, disorientamento, perdita dell'equilibrio). Diminuzione permanente / temporanea della capacità uditiva (PTS, innalzamento permanente del livello di soglia / TTS, innalzamento temporaneo del livello di soglia).
Legato allo stress	Vitalità compromessa degli individui. Soppressione del sistema immunitario e maggiore vulnerabilità a malattie. Diminuzione del tasso riproduttivo.
Comportamentale	Spiaggiamento. Interruzione di comportamenti abituali (alimentazione, riproduzione, etc.). Perdita di efficienza nell'accoppiamento (richiami meno efficienti) e nell'alimentazione (immersioni meno produttive). Antagonismo nei confronti di altri animali. Allontanamento dall'area (a breve o lungo termine).
Percettivo	Mascheramento dei segnali acustici necessari alla comunicazione con gli altri membri della stessa specie. Mascheramento di altri suoni biologicamente importanti, come quelli emessi dai predatori. Interferenza con la capacità di ecolocalizzazione.
Cronico	Impatti cumulativi e sinergici. Ipersensibilità al rumore. Assuefazione al rumore (gli animali rimangono nelle vicinanze di livelli di suono dannosi).
Effetti indiretti	Degradazione della qualità e della disponibilità di habitat. Disponibilità ridotta di prede.

Tabella 2: Potenziale impatto del rumore in ambiente marino (Fonte: Jasny *et al.*, 2005). Sono evidenziati gli effetti fisiologici (danni a livello del sistema uditivo, di altri organi e/o tessuti, effetti legati allo stress), comportamentali, percettivi, cronici e gli effetti indiretti che possono verificarsi a livello della fauna acquatica (Bertolini, S. *et al.* 2012).

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.

L'innalzamento temporaneo della soglia uditiva può essere rilevante in alcune

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

situazioni, ovvero:

- il TTS viene elevata ripetutamente e per un esteso periodo di tempo, tanto da risultare in un innalzamento permanente del livello di soglia;
- sono presenti altre minacce nell'area, che generalmente i mammiferi evitano attraverso l'uso del senso uditivo, ovvero predatori o le cosiddette reti fantasma.

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 studi hanno messo in evidenza l'impatto comportamentale e fisiologico che l'airgun può esercitare sui mammiferi marini.

Lo studio di Goold (1996), volto a monitorare un gruppo di delfini comuni (*Delphinus delphis*) prima, durante e dopo le prospezioni sismiche nel mare d'Irlanda, ha rilevato un evidente allontanamento della specie oggetto dello studio dall'area monitorata. Allo stesso modo, una ricerca simile, effettuata sui piccoli Cetacei nel mare d'Irlanda (Evans *et al.*, 1996), ha registrato un significativo calo nel numero di tursiopi (*Tursiops truncatus*), suggerendo l'abbandono dell'area soggetta ad attività sismiche da parte di un cospicuo numero di individui.

Gli spiaggiamenti di Zifidi in California e di megattere lungo la costa brasiliana nel 2002 (Engel *et al.*, 2004), registrati poco dopo l'esecuzione di indagini geofisiche, così come l'allontanamento delle balene grigie dal loro habitat al largo delle coste russe nel 2001, hanno sicuramente contribuito ad innalzare il livello di allarme nei confronti di tali esplorazioni. La correlazione degli spiaggiamenti di Zifidi con l'esecuzione di *survey* sismici sembra alquanto correlata, anche se non certa come nel caso di esercitazioni militari che prevedono l'impiego di sonar attivi a media frequenza (Maglio *et al.*, 2016). Uno studio di Parente *et al.* (2007) ha rilevato l'esistenza di una possibile relazione tra la diversità di specie di Cetacei presenti in una determinata area e le attività sismiche che insistono sulla stessa. Lo studio, nel corso del quale gli autori hanno rilevato una significativa diminuzione nella diversità di specie concomitante all'aumento del numero delle prospezioni geofisiche,

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

suggerendo la diversità di specie come indicatore a lungo termine dell'impatto di attività sismiche sui Cetacei, ha riguardato le acque brasiliane per il periodo 1999 – 2004.

Mann *et al.* (2010) riportano tra i fattori principali che contribuiscono alla perdita di udito nel tursiopo, essenziale per la sopravvivenza della specie, il rumore cronico sottomarino (quello generato dal traffico marittimo) e i disturbi transitori intensi (quali, ad esempio, le esplosioni e il rumore generato dagli *airgun*).

In particolare, si ritiene che i Cetacei che fanno uso di suoni a bassa frequenza per le loro comunicazioni siano la categoria più esposta a rischi, in quanto capaci di percepire maggiormente i suoni prodotti dagli *airgun*. I capodogli sono ritenuti specialisti delle basse frequenze con la migliore sensibilità dell'udito al di sotto di 3 kHz (Ketten, 2000), a differenza dei piccoli Odontoceti che prediligono le frequenze 30 kHz-120 kHz e risultano piuttosto insensibili ai suoni a bassa frequenza.

Sebbene alcuni studi in letteratura riportino come i capodogli riescano a rilevare gli impulsi sismici con livelli ricevuti tra 136-146 dB re 1 μ Pa (Madsen *et al.* 2002), altri sembrano evidenziare una maggiore sensibilità di questi animali. In uno studio di Mate *et al.* (1994), effettuato nel Golfo del Messico, i capodogli hanno esibito una avoidance reaction agli impulsi sismici allontanandosi di oltre 50 km dalla zona esposta al rumore, a dimostrazione di un'insofferenza a livelli di rumore ben inferiori a quelli sopra citati. Bowles *et al.* (1994) hanno invece dimostrato la tendenza dei capodogli a cessare i loro *click* (sistemi di segnali sonori per l'ecolocalizzazione e la socializzazione), interrompendo l'attività di *feeding* (alimentazione) in risposta agli impulsi sismici emessi da una nave a più di 300 km di distanza con livelli ricevuti di 115dB re 1 μ Pa.

Uno studio effettuato nel 2008 nel Golfo del Messico ha rilevato come l'attività di *feeding* nei capodogli subisca una diminuzione del 20% in presenza di *airgun* attivi (Jochens *et al.* 2008). Altri esperimenti, condotti nella medesima area, hanno registrato l'esposizione acustica e il comportamento di otto capodogli prima durante e dopo l'esposizione al rumore generato da una serie di *airgun* posizionati a distanze note dai Cetacei. Inaspettatamente, tali esperimenti non hanno evidenziato reazioni di allontanamento dal rumore, ma hanno indicato piuttosto una spiccata sensibilità del capodoglio a livelli di rumore anche molto bassi a causa degli effetti sub letali che

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

si verificano a livello dell'attività di ricerca del cibo (*foraging*), notevolmente ritardata in presenza di *airgun* attivi (Miller *et al.*, 2009). E' da rilevare che impatti su attività fondamentali per i mammiferi marini, quali *socializing* (socializzazione), *resting* (riposo), accoppiamento, *feeding e nursing* (cure parentali), possono generare effetti negativi anche gravi con ripercussioni a lungo termine a livello di popolazioni. Ciò dipende dalla possibilità che i mammiferi marini abbiano o meno, aree alternative dove svolgere le loro consuete attività, rispetto all'area oggetto delle indagini sismiche. Quanto sopra andrebbe attentamente valutato nel considerare le misure di mitigazione da mettere in atto a tutela delle specie minacciate.

Allo stesso modo andrebbero valutati gli eventuali impatti cumulativi che possono verificarsi a seguito di indagini sismiche contemporanee in aree limitrofe. Uno studio di Gordon *et al.* (1998) evidenzia come *survey* multipli sarebbero in grado di interrompere rotte migratorie e disturbare zone di alimentazione chiave. Richardson *et al.* (1995) riportano come effetto a breve termine l'allontanamento dall'area ed evidenziano come un'esposizione prolungata possa portare nel lungo termine all'assuefazione al rumore generato dagli *airgun*.

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) rimane, invece, di difficile valutazione in quanto ancora poco compreso. 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).

Sull'uso degli *airguns* e gli effetti sui cetacei come causa degli spiaggiamenti registrati nelle coste italiane non sono emerse evidenze scientificamente probanti che depongano a favore di tale ipotesi⁶. A tal fine si riporta un estratto di quanto espresso nelle considerazioni conclusive della Relazione finale relativa al progetto "Rafforzamento e integrazione delle strutture operative funzionali alla costituenda Rete Nazionale Spiaggiamenti Cetacei" realizzata dal Dipartimento di Biomedicina Comparata e Alimentazione dell'Università di Padova nel 2016 per la Direzione

⁶ Relazione finale relativa al progetto "Rafforzamento e integrazione delle strutture operative funzionali alla costituenda Rete Nazionale Spiaggiamenti Cetacei" – Dipartimento di Biomedicina Comparata e Alimentazione – Università di Padova - 2016.

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

Protezione della Natura e del Mare (MATTM): "...non è ancora noto l'impatto delle fonti sonore: se esiste certezza ed evidenza di episodi di mortalità anomala connesse con l'esposizione ai sonar militari, in particolare nel Mar Ionio, resta ancora tutto da definire e comprendere l'eventuale relazione causale tra airguns e spiaggiamento di cetacei; infatti, oltre a delle manifeste variazioni comportamentali nel capodoglio e in altri cetacei, testimoniate da prove di campo, si cercano ancora evidenze oggettive fisiche e modificazioni morfologiche e funzionali durante gli esami post-mortem per stabilire eventuali prove concrete. Infine, dobbiamo sottolineare che, in molti bacini, esiste un tasso di mortalità piuttosto rilevante e spesso stagionale o connesso con eventi meteorologici anomali correlato con patogeni secondari ed opportunisti spesso derivanti da attività umane localizzate in terraferma e/o di origine fecale, che vengono trasportate in mare da sistemi fognari poco efficienti o dalle acque di dilavamento. Tale fenomeno, che include anche la presenza di *Toxoplasma gondii* è da considerare una nuova minaccia di origine antropica che può intervenire sulla conservazione dei cetacei dei nostri mari."

A fronte di quanto sopra espresso nella stessa Relazione del 2016, si rileva che la mancanza di evidenze non è da considerare come prova della mancanza di effetti di tali strumenti sugli organismi marini, ma come difficoltà a reperire il possibile danno; sono infatti in corso di definizione metodiche e protocolli di ricerca appositi (es. danni da orecchio interno), così come vi è la necessità di disporre di informazioni sulle attività condotte con *airguns*, in modo da effettuare una possibile associazione spaziale e temporale tra emissione sonora e spiaggiamenti. In relazione a quest'ultimo punto, considerando gli effetti transfrontalieri associati al rumore sottomarino, sarebbe necessario conoscere i dati di tutte le campagne di indagine condotte con utilizzo di *airgun* nel bacino del Mediterraneo.

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

6 Misure di mitigazione degli impatti ambientali

Sul piano delle attività di rilevamento in mare, eseguito uno specifico studio degli impatti determinati dalla proiezione di onde acustiche nel sito di operazioni (*case by case basis*), inclusa una modellizzazione realistica della propagazione delle onde acustiche, la mitigazione può riguardare limitazioni nell'uso relative solo a variabili quali spazio e/o tempo d'impiego. Trattati di mare e periodi in cui operare devono essere scelti in modo di dare tempo alla fauna di recuperare (*recover*) dal disturbo cui è stata sottoposta.

L'Accordo per la protezione dei Cetacei (ACCOBAMS - Accordo sulla conservazione dei Cetacei nel Mar Nero, Mar Mediterraneo e della zona atlantica contigua) ha affrontato la questione del rumore, in generale, attraverso il suo Comitato Scientifico. Tra le principali indicazioni emerse vi è la risoluzione 4.17 (integrata poi con la risoluzione 5.15) (*Guidelines To Address The Impact Of Anthropogenic Noise On Cetaceans in the Accobams Area – Guidelines for seismic surveys and airgun uses - pagina 6*) la cui adozione ha determinato la creazione di un gruppo di lavoro *ad hoc*.

A tal riguardo quindi sono stati prodotti numerosi documenti con lo scopo di guidare le attività e fornire indicazioni utili alla mitigazione degli eventuali impatti sui Cetacei.

Tra questi si rimanda alle seguenti produzioni:

- ACCOBAMS-MOP5/2013/Doc.22 (*Anthropogenic noise and marine mammals: review of the effort in addressing the impact of anthropogenic underwater noise in the ACCOBAMS and ASCOBANS areas*);
- ACCOBAMS-MOP5/2013/Doc.23 (*Implementation of underwater noise mitigation measures by industries : operational and economical constraints*);
- ACCOBAMS-MOP5/2013/Doc.24 (*Methodological Guide: "Guidance on underwater noise mitigation measures"*);

In particolare in quest' ultimo documento viene definito il *range* di interventi per la mitigazione degli impatti nei *seismic surveys*. E' messa in rilievo anche la distribuzione in Mar Mediterraneo delle aree sensibili per la presenza dello Zifio,

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

prodotta sulla base dell'elaborazione di ventuno anni di dati che accompagna quindi la raccomandazione "Seismic surveys should not take place in the Areas of Special Concern for Beaked whales (p.17), where strict measures need to be applied" (vedi Figura 7).

Indicazioni in merito agli interventi di mitigazione sono state prodotte anche in seno alla Convezione sulle Specie migratorie (CMS).

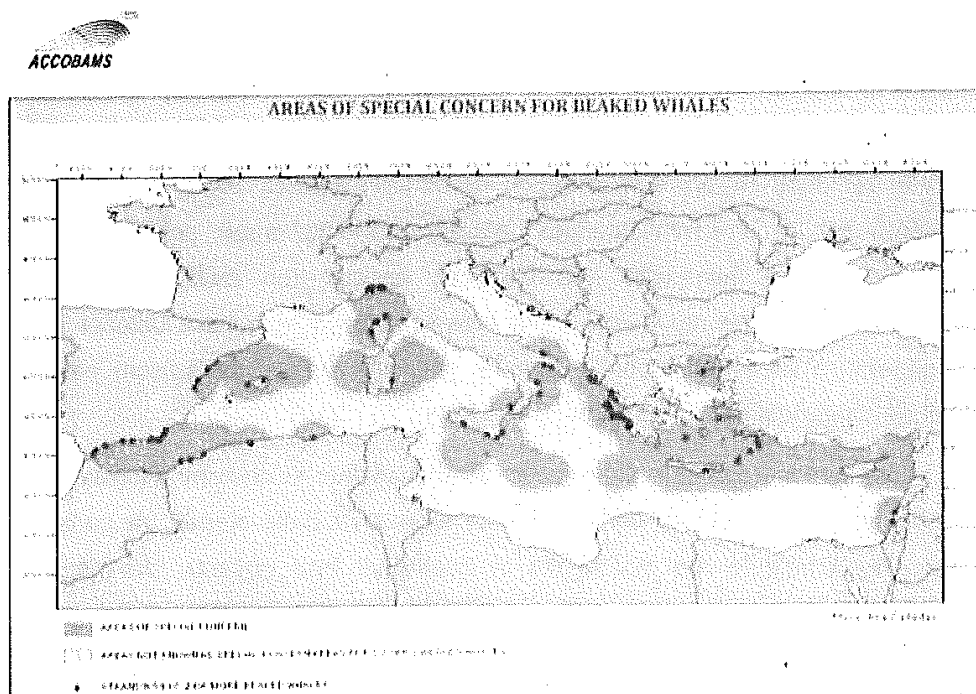


Figura 7 – Distribuzione in Mar Mediterraneo delle aree sensibili per la presenza dello Zifio (Fonte: ACCOBAMS-MOP5/2013/Doc.24).

Al fine di corrispondere al principio generale della massima precauzione nella valutazione dei progetti di prospezione e ricerca di idrocarburi in mare, la Commissione Tecnica per la Verifica dell'Impatto Ambientale VIA e VAIS (CTVA) ha adottato, da circa due anni, un quadro prescrittivo comune per tutti i progetti assoggettati a VIA conclusi con esito positivo, al fine di tutelare i mammiferi marini ed altre specie sensibili in mare dai potenziali impatti causati dal rumore derivante dall'utilizzo di *airgun*.

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

Il quadro prescrittivo prevede numerosi adempimenti da parte del proponente da attuarsi prima dell'avvio delle attività, durante le attività e successivamente alla loro conclusione, finalizzate sia alla mitigazione dei potenziali impatti mediante l'adozione di specifiche procedure operative e gestionali che al monitoraggio, quale misura preventiva che consente di definire le caratteristiche dell'ambiente marino e delle popolazioni di Cetacei prima dell'avvio delle attività, di attuare azioni di mitigazione in tempo reale nel corso delle attività e di controllare le eventuali alterazioni indotte successivamente alla loro attuazione.

Le misure di mitigazione e monitoraggio prescritte nei decreti VIA per le attività di prospezione sismica si attengono rigorosamente alle linee guida internazionali sviluppate dal *Joint Nature Conservation Committee* (JNCC, 2010) e nell'ambito dell'Accordo per la Conservazione dei Cetacei nel Mediterraneo, nel Mar Nero e nelle contigue aree atlantiche (ACCOBAMS, ancora non ratificato dall'Italia) finalizzate alla riduzione degli impatti del rumore antropogenico sui Cetacei (linee guida generali e linee guida per le ricerche sismiche e l'uso dell'*airgun*) optando sempre per l'approccio più cautelativo.

Tutti gli adempimenti derivanti dalle prescrizioni associate ai decreti VIA prevedono specifiche tempistiche per la verifica dell'ottemperanza delle stesse da parte del Ministero dell'Ambiente e/o dell'ISPRA in qualità di Enti vigilanti, che risultano vincolanti per l'effettiva attuazione della attività di prospezione sismica.

Si evidenzia che, come riportato nel Capitolo 4.1, alla data di redazione del presente rapporto sono pervenute al Ministero dell'Ambiente solo due procedure di verifica di ottemperanza delle prescrizioni contenute in un provvedimento di VIA emanato nel 2015 per un progetto di prospezione geofisica 3D nell'Adriatico Meridionale, inerenti il piano di monitoraggio e di mitigazione degli effetti delle prospezioni geofisiche sui mammiferi marini.

Si riporta in Allegato 4 uno schema di quadro prescrittivo contenuto nei pareri emanati dalla CTVA negli ultimi due anni, fatte salve eventuali ulteriori/diverse prescrizioni connesse alla specificità del progetto e nei relativi provvedimenti di VIA conclusi con esito positivo relativi a progetti di prospezione e ricerca di idrocarburi in mare che prevedono indagini geofisiche mediante l'utilizzo dell'*airgun*.

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

Lo schema di quadro prescrittivo è suddiviso nei principali ambiti di applicazione finalizzati a garantire la piena compatibilità ambientale delle attività in questione (monitoraggio, misure di mitigazione, aspetti progettuali e gestionali connessi direttamente o indirettamente al monitoraggio e alle mitigazioni).

Si evidenzia che la CTVA, applicando profusamente il principio di precauzione, ha introdotto nell'ambito dei quadri prescrittivi un protocollo di monitoraggio bioacustico come strumento di prevenzione degli impatti sulla cetofauna, per tutte le prospezioni sismiche effettuate mediante *airgun*.

6.1 Procedure in uso riconosciute internazionalmente

(Estratto da Bertolini *et al.*, 2012).

In mancanza di una normativa specifica che regolamenti le varie forme di emissioni acustiche in mare, appare evidente come le misure di mitigazione da mettere in atto a tutela degli organismi marini assumano un ruolo di primissimo piano. A tale proposito si sottolinea che tali misure di mitigazione sono prese in considerazione nell'emanazione dei provvedimenti VIA relativi ai progetti di prospezione e ricerca di idrocarburi nelle acque nazionali che prevedono l'utilizzo dell'*airgun* (vedi Allegato 4). Di seguito, sono descritte le diverse tipologie di misure di mitigazione che possono essere selezionate a seconda della fonte del rumore e del contesto ambientale in cui sono svolte le attività che generano rumore.

Tipo	Metodologia	Descrizione
Mitigazione geografica	Restrizioni durante tutto l'anno	Le attività sono limitate tutto l'anno in aree ad alto rischio dove si trovano specie in via di estinzione; in aree dove è nota la presenza massiva di specie vulnerabili e in aree la cui conformazione geografica (baie, canali, canyon) potrebbe rendere gli animali particolarmente sensibili all'inquinamento acustico. Le restrizioni geografiche sono risultate particolarmente efficienti per la salvaguardia dei mammiferi marini.
	Restrizioni stagionali	Le attività possono essere limitate in una certa area per evitare alcuni periodi dell'anno in cui sono presenti specie sensibili. Restrizioni stagionali sono fortemente raccomandate nel caso delle grandi balene migratrici
	Selezione del sito	I mammiferi marini e altri organismi marini possono essere evitati attraverso un'attenta selezione del sito dove operare. Questo tipo di misura funziona molto bene per attività quali le esercitazioni militari che fanno uso di sonar in quanto possono

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

Tipo	Metodologia	Descrizione
		essere pianificate con maggiore flessibilità.
Mitigazione della fonte del rumore	Ingegneria e modifiche meccaniche	La fonte del rumore può essere modificata per ridurre l'impatto sull'ambiente marino. L'alterazione di alcune caratteristiche chiave del suono, quali la frequenza, può risultare molto efficiente in particolare per ridurre l'impatto della navigazione commerciale.
	Riduzione delle attività	Possono essere utilizzate tecnologie alternative e simulatori per ridurre il tempo di attività di una particolare fonte di rumore.
	Contenimento del suono	Esistono sul mercato degli espedienti che funzionano da inibitori del suono (<i>bubble curtains, blasting mats, etc</i>) in grado di contenere il suono in un'area ristretta. Generalmente sono utilizzati per attività quali il pile driving.
Mitigazione operativa	Area di sicurezza	Gli operatori possono stabilire un raggio di sicurezza intorno alla sorgente e quindi disattivare o ridurre il rumore nel momento in cui mammiferi marini o altri animali si avvicinano all'area. Le aree di sicurezza sono molto utili nel ridurre il rischio di esposizione dei Cetacei ad alti livelli di rumore.
	Suoni di allarme	Sono spesso usati come deterrenti per non far avvicinare i mammiferi marini alla fonte del rumore. La tecnica più comune negli Stati Uniti consiste nel <i>ramp up</i> o <i>soft start</i> , ovvero la stessa sorgente viene utilizzata per emettere suoni blandi che man mano aumentano di potenza prima dell'inizio dell'attività. Nonostante sia una tecnica largamente utilizzata esiste l'evidenza che alcune specie non si allontanano.
	Restrizioni temporali	L'attività può essere interrotta per alcune ore a causa di cattive condizioni meteo, oscurità, etc. tali da non permettere un efficiente monitoraggio visivo.
	Limiti di potenza	Può essere diminuita la potenza della fonte del rumore, sia temporaneamente che per tutta la durata dell'attività.
	Altri requisiti procedurali	Man mano che aumentano le informazioni inerenti agli effetti del rumore sulla vita marina, aumentano anche le procedure preventive che vengono messe in atto. Ad esempio, le linee guida elaborate dalla NATO, per le ricerche sul sonar evidenziano la necessità di pianificare le esercitazioni in maniera tale da assicurare vie di fuga per i mammiferi marini evitando così eventuali spiaggiamenti.

Tabella 5: misure di mitigazione del rumore in ambiente marino (modificato da Jasny et al., 2005). Per ciascun tipo di mitigazione sono indicate le diverse metodologie.

A livello internazionale sono state sviluppate diverse linee guida o raccomandazioni sulle possibili misure di mitigazione da adottare nel corso di attività che introducono rumore in ambiente marino.

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

In Allegato 5 si riporta un estratto del documento redatto dal CIBRA (Centro Interdisciplinare di Bioacustica) di Pavia per ACCOBAMS, che raccoglie raccomandazioni e linee guida volte a minimizzare l'impatto delle attività che generano rumore sulla fauna marina. In particolare, si riporta la sua sezione generale, con raccomandazioni valide per tutte le attività antropiche, la sezione pratica, che illustra in dettaglio alcune procedure operative e, infine, la sezione speciale dove si indicano misure aggiuntive da mettere in atto nel caso specifico delle prospezioni geofisiche.

L'Allegato 6 riporta, invece, un estratto delle linee guida sviluppate dal *Joint Nature Conservation Committee* (JNCC, 2010) di Aberdeen (UK) che fornisce indicazioni precauzionali da adottare nella fase di pianificazione, in quella operativa e di reporting dell'indagine geofisica.

In entrambe le linee guida si evidenzia l'importanza della fase di pianificazione durante la quale si raccomanda la consultazione di banche dati e bibliografia al fine di evitare habitat critici per i mammiferi marini, nonché periodi di migrazione o di riproduzione per le specie. Per quanto concerne le procedure da adottare nel corso delle prospezioni, vengono indicati criteri e procedimenti piuttosto simili:

- verificare l'assenza di mammiferi marini in un raggio di 500 metri (area di sicurezza) per almeno 30 minuti prima di attivare la sorgente sismica mediante osservatori adeguatamente formati - *Marine Mammal Observer* (MMO);
- estendere la ricerca a 60 minuti in acque profonde ($\geq 200\text{m}$);
- qualora mammiferi marini fossero avvistati all'interno dell'area di sicurezza, l'attivazione della sorgente sismica deve essere ritardata fino a quando gli animali risultano allontanati. Agli animali deve essere lasciato il tempo necessario per allontanarsi in seguito all'ultimo avvistamento (almeno 20 minuti);
- l'attivazione della sorgente sismica deve cominciare in maniera graduale (*soft start*), con uno *start up* a bassa energia che deve protrarsi per almeno 20 minuti in maniera da permettere l'allontanamento dei mammiferi marini

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

presenti nelle vicinanze;

- Il *soft start* deve essere effettuato ogni qualvolta vengono attivati gli *airgun*, a prescindere dalla presenza di mammiferi marini nell'area.

Da rilevare un'unica sostanziale differenza procedurale nel caso in cui mammiferi marini sono avvistati all'interno dell'area di sicurezza a sorgente sismica attiva. Mentre le linee guida inglesi non prevedono lo spegnimento della sorgente del rumore, ma esclusivamente il monitoraggio degli animali; le linee guida ACCOBAMS raccomandano l'immediata riduzione dell'intensità della sorgente o la cessazione della stessa nel caso in cui gli animali continuino ad avvicinarsi.

Le suddette linee guida sono state più volte riviste e aggiornate, anche sulla base dell'esperienza acquisita sul campo, al fine di garantire una maggiore tutela della fauna marina e, in particolare, dei Cetacei e rappresentano, a oggi, l'unica forma di regolamentazione delle prospezioni geofisiche in mare adottata a livello internazionale.

Tuttavia, è doveroso sottolineare che alcune delle misure di mitigazione utilizzate, quali la creazione di una zona di sicurezza/esclusione ed i *survey* da mettere in atto prima dell'inizio attività, sono risultate poco efficienti soprattutto in presenza di Zifidi o capodogli, noti per compiere immersioni profonde. La possibilità, infatti, che un osservatore avvisti uno di questi animali all'interno dell'area di impatto acustico è talmente bassa da rendere questo approccio inefficace. Come riportato sopra, le linee guida attuali hanno cercato di ovviare a questo problema estendendo il periodo di ricerca da 30 a 60 minuti in acque profonde. Inoltre, le valutazioni del rischio associato alle operazioni geofisiche sono tuttora piuttosto problematiche in quanto rimane sconosciuto l'esatto meccanismo attraverso il quale il rumore provoca gli spiaggiamenti di questa specie ed i livelli sonori a cui si verificano tali effetti (Barlow *et al.*, 2006).

Altre misure, come la tecnica del *ramp up* o *soft start*, che presuppone l'allontanamento degli animali più sensibili dall'area esposta al rumore, mancano ancora di una validazione scientifica per poterne valutare l'efficacia. Infatti, uno studio di Miller *et al.* (2009) ha evidenziato la tendenza del capodoglio a non

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

spostarsi dalla zona di impatto acustico nonostante il ramp up.

Recenti studi su capodogli esposti al rumore prodotto dagli *airgun* (Madsen *et al.*, 2006; DeRuiter *et al.*, 2006) hanno inoltre dimostrato come la propagazione sonora sia molto più complicata di quella generalmente rappresentata nei modelli. L'impatto acustico potrebbe verificarsi a distanze maggiori di quelle previste e ben oltre l'area di mare che gli osservatori a bordo nave possono efficacemente monitorare. Gli stessi studi hanno anche evidenziato un'esposizione inaspettata degli animali alle alte frequenze. Nonostante gli *airgun* producano principalmente suoni di frequenza inferiore a 250 Hz, è stato dimostrato come gli stessi siano capaci di produrre anche frequenze superiori a 500 Hz che viaggiano preferenzialmente negli strati superficiali della colonna d'acqua, mettendo così a rischio anche specie di Odontoceti (Cetacei a media o alta frequenza) che, per le loro caratteristiche acustiche, si ritenevano poco sensibili al rumore prodotto dalle prospezioni geofisiche.

6.2 Accorgimenti e migliorie tecniche atte a contenere i potenziali impatti su organismi e ambienti.

Circa gli sviluppi tecnologici che possano portare a ridurre l'impatto sugli ecosistemi marini del rumore e della propagazione di energia conseguenti le esplosioni prodotte da cannoni ad aria o attrezzatura similare, si possono esprimere le considerazioni che seguono.

Lo sviluppo di tecnologie atte a mitigare gli effetti sopra citati prodotti dagli *airgun* è tra le priorità delle attività industriali incentrate sulle prospezioni geofisiche in quanto ai *surveyor* (vale a dire gli utilizzatori di tale tecnologia) interessa produrre meno "rumore" possibile per massimizzare la leggibilità dei segnali di ritorno, ovvero di quelle frequenze che permettono di scoprire giacimenti sotto il fondale marino.

Il rumore prodotto dagli *airgun* più "silenziosi" si attenua velocemente nella colonna d'acqua perché il fascio sonoro è diretto precisamente verso il fondo, lasciando che solo una minima parte dell'energia prodotta si propaghi lateralmente. Quest'attenzione risponde soprattutto a esigenze operative, vale adire non interferire con gli *airgun* (o sorgenti sonore alternative) che compongono gli array. Gli array sono normalmente composti da centinaia di sorgenti e decine di migliaia di idrofoni

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

rilevatori, spesso trainati da navi diverse, che raggiungono facilmente lunghezze di 18 km e larghezze di varie centinaia di metri. Gli array sono tipicamente trainati da navi molto silenziose, a una velocità ottimale di 4-5 nodi (circa 9 km/h).

La messa in opera del sistema di proiezione segnale e di rilevamento e calcolo (processing) dei dati è quindi, nel suo complesso, molto onerosa (anche qualche milione di USD al giorno) ed è quindi interesse dell'industria ottimizzare e contenere i costi di esercizio anche evitando di produrre frequenze e intensità inutili o ridondanti. In questo contesto, oltre alle motivazioni in ordine all'efficienza dei sistemi di prospezione elettroacustica legata alla loro "redditività", l'industria di settore potrebbe essere indotta a considerare la salvaguardia degli ecosistemi marini quale convenienza e limitare pertanto l'intrusività del sistema oltre a renderlo più "silenzioso" per incrementarne l'efficacia.

Appare, infine, proficuo condurre uno studio specificatamente dedicato alle innovazioni tecnologiche in sviluppo nelle attività di prospezione geofisica che possano meglio coniugare le esigenze di efficienza (anche energetica) dell'industria con quella di limitare l'inquinamento determinato dalla propagazione di energia in mare anche se a scapito delle convenienze legate all'esecuzione di prospezioni in tempi quanto più possibile brevi e su tratti di mare quanto più possibile estesi.

Alla luce di quanto sopra, stanno emergendo negli ultimi anni approcci sempre più cautelativi per il monitoraggio e la mitigazione che si ritiene necessario adottare anche nei mari italiani. Tali approcci includono le seguenti best practices da integrare nelle linee guida esistenti:

Fase di pianificazione

la scelta dell'area da indagare non può prescindere dalle schede informative inerenti ai mammiferi marini che popolano i nostri mari. Esse costituiscono uno strumento di supporto fondamentale per la pianificazione di prospezioni geofisiche in quanto individuano, seppur in maniera non esaustiva, le aree dove ci si può aspettare un'elevata probabilità di avvistamento Cetacei e forniscono i dati a oggi disponibili circa il periodo riproduttivo e migratorio delle varie specie.

In aggiunta alle dovute ricerche e valutazioni circa la possibile presenza di mammiferi

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

marini nell'area da indagare, è opportuno programmare il *survey* sismico in maniera da evitare il periodo riproduttivo delle principali specie ittiche al fine di evitare effetti negativi sul numero di uova disponibili.

Considerazione per gli effetti cumulativi che potrebbero verificarsi per la presenza di altre attività impattanti (traffico marittimo, attività militari, industriali, ulteriori attività sismiche) nella stessa area di mare dove è svolta l'indagine geofisica o in una zona adiacente. A tal fine potrebbe risultare utile come strumento di supporto, lo sviluppo di un database con interfaccia GIS per tenere traccia delle principali sorgenti di rumore presenti nei nostri mari.

In particolare, qualora fossero necessarie più prospezioni sismiche in aree adiacenti, è sempre preferibile che le stesse siano effettuate in tempi diversi e pianificate in maniera tale da tutelare eventuali mammiferi marini presenti nelle vicinanze. Nel caso in cui le prospezioni debbano realizzarsi contemporaneamente, si ritiene necessario mantenere una distanza minima di 100 km tra le imbarcazioni sismiche in modo da garantire un'adeguata via di fuga ai mammiferi marini, che possono così allontanarsi o abbandonare l'area senza dover interrompere eventuali rotte migratorie (*Irish Dept. Of Communication, Energy and Natural Resources, 2007*).

È utile inoltre ricordare che il titolo rilasciato (permesso di prospezione) non è esclusivo; il Proponente deve quindi essere chiamato a effettuare la verifica delle altre istanze già concesse nell'area di suo interesse e del suo intorno significativo al fine di redigere un cronoprogramma delle attività che escluda la simultaneità.

Fase di attività

Nel seguito si elencano le misure di mitigazione e gli accorgimenti da porre in essere durante l'attività prospettiva:

- riduzione dell'intensità dell'emissione sonora;
- riduzione del numero di *airgun*;
- *soft start* prolungato: da un minimo di 30 minuti ad un massimo di 60 minuti;
- zona di esclusione più ampia dove prevedere l'immediata riduzione dell'intensità della sorgente (*power down*) o la cessazione della stessa (*shut*)

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

down) in presenza di mammiferi marini;

- considerazione di un valore soglia del rumore inferiore per evitare non solo danni fisiologici ma anche disturbi comportamentali alla fauna acquatica. A questo fine si raccomanda la consultazione dei valori soglia definiti da Southall *et al.* (2007) in grado di generare disturbi comportamentali nelle diverse classi di Cetacei (Cetacei a bassa, media e alta frequenza);
- applicazione del monitoraggio acustico passivo (PAM) da utilizzare in condizioni di scarsa visibilità e comunque da affiancare costantemente a quello visivo. Si tratta di un sistema di idrofoni che viene calato nella colonna d'acqua per registrare i suoni emessi dai mammiferi marini, i quali vengono poi elaborati mediante software specializzato. Il PAM è fortemente raccomandato come strumento di mitigazione in quanto molto efficace nel rilevare la presenza di mammiferi marini in immersione, condizione che li rende particolarmente vulnerabili al rumore prodotto durante le prospezioni geofisiche;
- sviluppo di *software* specifici per l'analisi e l'elaborazione di suoni emessi dai Cetacei. Negli ultimi anni ne sono stati sviluppati diversi, fra cui il PAMguard (*passive acoustic monitoring* - PAM), un *software open source* sviluppato nell'ambito dell'*International Association of Oil and Gas Producers Joint Industry Project* (JIP), per supportare l'individuazione, la localizzazione e la classificazione di mammiferi marini tramite il PAM. Il PAMguard rappresenta oggi uno strumento estremamente utile ed innovativo anche se necessita ancora di alcuni accorgimenti prima di poter diventare pienamente operativo;
- verifica sul campo dei livelli di rumore e delle reali distanze di propagazione per constatare l'efficacia dell'estensione dell'area di sicurezza. Le misure devono essere ripetute ogni qualvolta cambiano le condizioni al contorno (profondità, tipo di fondale, temperatura dell'acqua, salinità, ecc.);
- qualora in condizioni particolari sorgessero incertezze circa la procedura da adottare, optare sempre per l'approccio più cautelativo.

Fase post-survey

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

Gli MMO (*Marine Mammals Observers*) presenti a bordo nave sono tenuti a spedire a MATTM e ISPRA copia del report di fine attività che comprenda come minimo le seguenti informazioni: data e luogo del *survey*, caratteristiche dell'*array* di *airgun*, numero e volume di ciascun *airgun*, numero e tipo di imbarcazioni utilizzate, durata del *soft start*, avvistamenti di mammiferi marini, procedure messe in atto in caso di avvistamenti, problemi incontrati durante il *survey* e/o in caso di avvistamento Cetacei.

Si rileva, infine, la possibilità di sviluppare in futuro tecnologie alternative che utilizzino sorgenti artificiali di segnali acustici a zero impatto sull'ambiente. A titolo di esempio, si può citare il funzionamento e le caratteristiche del vibratore marino che, seppure non costituisca una tecnologia affermata e diffusa (soprattutto a causa dei suoi elevati costi), evidenzia alcuni vantaggi rispetto all'*airgun* che potrebbero trovare uno sviluppo futuro a garanzia di una maggiore tutela dell'ambiente marino.

Nonostante le prospezioni geofisiche stiano diventando sempre più comuni nei mari di tutto il mondo, sono ancora moltissime le lacune e i quesiti irrisolti circa gli effetti negativi che possono determinare a livello della fauna acquatica ed in particolare dei mammiferi marini.

Ne consegue che diventa di fondamentale importanza mettere in atto tutte le possibili misure preventive e di mitigazione per minimizzarne l'impatto acustico, a maggior ragione in un mare come il Mediterraneo, noto per la sua biodiversità, ma anche per la sua estrema vulnerabilità all'inquinamento, incluso quello acustico.

Di seguito, si riportano alcune raccomandazioni che si ritiene possano ottimizzare l'efficacia delle misure di mitigazione in eventuali prospezioni geofisiche da effettuarsi nei mari italiani: servirsi di personale tecnico altamente specializzato, in particolare, per ricoprire il ruolo di osservatore *Marine Mammal Observer* (MMO) e di tecnico per il PAM, monitoraggio acustico passivo, si richiede un'esperienza pluriennale nel campo. In particolare, MMO deve dimostrare una spiccata familiarità con le specie di Cetacei presenti nei nostri mari. Per quanto concerne il PAM, molti dei sistemi oggi in uso non sono in grado di rilevare con adeguata accuratezza la distanza a cui si trovano gli animali rispetto alla sorgente del rumore; ne consegue l'importanza di affidarsi ad acustici esperti in grado di distinguere vocalizzazioni vicine da quelle

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

provenienti da una zona sicuramente esterna all'area di sicurezza. Nella maggior parte dei casi sarà il giudizio dell'esperto a decidere se il *soft start* deve essere ritardato per la presenza ravvicinata di Cetacei o meno. In tutti i casi, si raccomanda che, qualora sia previsto l'utilizzo del PAM nel corso di una prospezione geofisica, il Proponente fornisca al Ministero vigilante e ad ISPRA una descrizione dettagliata del sistema e del suo funzionamento. E' necessario assicurarsi che tutti i dati validi dal punto di vista scientifico derivanti da linee sismiche esistenti vengano, quando possibile, riutilizzati. A tal fine, è necessario che il Proponente effettui il censimento delle linee sismiche preesistenti nell'area di indagine e fornisca una valida motivazione qualora decidesse di non utilizzarle.

E' importante, inoltre, pianificare almeno una visita ispettiva a bordo della nave utilizzata per i rilievi (il numero di controlli può variare in base alla durata dell'attività di prospezione) da parte del Ministero vigilante.

6.3 Misure di mitigazione dei potenziali impatti ambientali prescritte dai decreti VIA

Al fine di corrispondere al principio generale della massima precauzione nella valutazione dei progetti di prospezione e ricerca di idrocarburi in mare, la Commissione Tecnica per la Verifica dell'Impatto Ambientale VIA e VAS (CTVA) ha adottato, da circa due anni, un quadro prescrittivo comune per tutti i progetti assoggettati a VIA conclusi con esito positivo, al fine di tutelare i mammiferi marini ed altre specie sensibili in mare dai potenziali impatti causati dal rumore derivante dall'utilizzo di *airgun*.

Il quadro prescrittivo prevede numerosi adempimenti da parte del proponente da attuarsi prima dell'avvio delle attività, durante le attività e successivamente alla loro conclusione, finalizzate sia alla mitigazione dei potenziali impatti mediante l'adozione di specifiche procedure operative e gestionali che al monitoraggio, quale misura preventiva che consente di definire le caratteristiche dell'ambiente marino e delle popolazioni di Cetacei prima dell'avvio delle attività, di attuare azioni di mitigazione in tempo reale nel corso delle attività e di controllare le eventuali alterazioni indotte successivamente alla loro attuazione.

Le misure di mitigazione e monitoraggio prescritte nei decreti VIA per le attività di prospezione sismica si attengono rigorosamente alle linee guida internazionali

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

sviluppate dal Joint Nature Conservation Committee (*JNCC, Guidelines for minimising the risk of injury and disturbance to marine mammals from seismic surveys*, Agosto 2010) e nell'ambito dell'Accordo per la Conservazione dei Cetacei nel Mediterraneo, nel Mar Nero e nelle contigue aree atlantiche (*ACCOBAMS*, ancora non ratificato dall'Italia) finalizzate alla riduzione degli impatti del rumore antropogenico sui Cetacei (linee guida generali e linee guida per le ricerche sismiche e l'uso dell'*airgun*) optando sempre per l'approccio più cautelativo.

Tutti gli adempimenti derivanti dalle prescrizioni associate ai decreti VIA prevedono specifiche tempistiche per la verifica dell'ottemperanza delle stesse da parte del Ministero dell'Ambiente e/o dell'ISPRA in qualità di Enti vigilanti, che risultano vincolanti per l'effettiva attuazione della attività di prospezione sismica.

Si evidenzia che, come riportato nel Capitolo 4.1, alla data di redazione del presente rapporto sono pervenute al Ministero dell'Ambiente solo due procedure di verifica di ottemperanza delle prescrizioni contenute in un provvedimento di VIA emanato nel 2015 per un progetto di prospezione geofisica 3D nell' Adriatico Meridionale, inerenti il piano di monitoraggio e di mitigazione degli effetti delle prospezioni geofisiche sui mammiferi marini.

Si riporta nel seguito uno schema di quadro prescrittivo contenuto nei pareri emanati dalla CTVA negli ultimi due anni, fatte salve eventuali ulteriori/diverse prescrizioni connesse alla specificità del progetto e nei relativi provvedimenti di VIA conclusi con esito positivo relativi a progetti di prospezione e ricerca di idrocarburi in mare che prevedono indagini geofisiche mediante l'utilizzo dell'*airgun*.

Lo schema di quadro prescrittivo è suddiviso nei principali ambiti di applicazione finalizzati a garantire la piena compatibilità ambientale delle attività in questione (monitoraggio, misure di mitigazione, aspetti progettuali e gestionali connessi direttamente o indirettamente al monitoraggio e alle mitigazioni).

Si evidenzia che la CTVA, applicando profusamente il principio di precauzione, ha introdotto nell'ambito dei quadri prescrittivi un protocollo di monitoraggio bioacustico come strumento di prevenzione degli impatti sulla cetofauna, per tutte le prospezioni sismiche effettuate mediante *airgun*.

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

7 Prospettive di approfondimento

Sulla base dei dati raccolti e degli elementi scientifici ad oggi acquisiti, emerge la necessità di affrontare con modalità coordinate approfondimenti circa gli effetti sugli ecosistemi marini derivanti dalle attività di prospezione con l'utilizzo di sorgenti *airgun*.

Gli studi sugli impatti del rumore degli *airgun* hanno riguardato, negli ultimi decenni, qualche decina di specie appartenenti a vari taxa tra Mammiferi marini, Rettili, Pesci e Molluschi.

Considerate le difficoltà che si manifestano nell'affrontare indagini di questo tipo, soprattutto nel dominio pelagico, si ritiene necessario per l'anno 2017, istituire con gli Enti di Ricerca competenti per i vari profili di interesse uno specifico Gruppo di lavoro, finalizzato a raccogliere in modo sistematico le esperienze tecnico-scientifiche in corso a livello internazionale e nazionale nonché a definire una serie di parametri necessari per monitorare e valutare gli impatti sugli ecosistemi marini, anche con riferimento ai singoli taxa.

Appare inoltre opportuno implementare la raccolta sistematica di informazioni e dati a livello sub-regionale, in raccordo con quanto già previsto in sede di Strategia marina nazionale per lo specifico descrittore D11 (*underwater noise*).

Il Gruppo di lavoro avrà anche il compito di sviluppare nuovi indirizzi specifici in materia di mitigazione degli impatti delle attività *airgun* maggiormente rispondenti alle peculiarità ambientali delle sotto-regioni del Mediterraneo, che confluiranno in linee guida da applicarsi da parte degli utilizzatori dell'*airgun*.

A tal fine saranno effettuate apposite audizioni ed incontri per definire modalità di applicazione standardizzate di dette linee guida ed assicurare la raccolta di dati confrontabili.

In prospettiva gli esiti delle attività del gruppo di lavoro potranno confluire in un'apposita normativa ai fini di assicurare una maggiore efficacia e coerenza delle stesse.

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

8 Riferimenti bibliografici

ACCOBAMS-MOP5/2013/Doc.22. *Anthropogenic noise and marine mammals: review of the effort in addressing the impact of anthropogenic underwater noise in the ACCOBAMS and ASCOBANS areas.*

ACCOBAMS-MOP5/2013/Doc.23. *Implementation of underwater noise mitigation measures by industries: operational and economical constraints.*

ACCOBAMS-MOP5/2013/Doc.24. *Methodological Guide: "Guidance on underwater noise mitigation measures.*

<https://www.cbd.int/doc/meetings/mar/mcbem-2014-01/other/mcbem-2014-01-submission-accobams-01-en.pdf>.

ACCOBAMS, 2010. *Guidelines to Address the Impact of Anthropogenic Noise on Cetaceans in the Accobams Area.*

https://accobams.org/images/stories/Guidelines/English/guidelines_impact%20of%20anthropogenic%20noise.pdf

Amoser S. Ladich F., 2003. *Diversity in noise-induced temporary hearing loss in otophysine fishes.* J Acoust Soc Am **113**: 2170–2179.

André M., Solé M., Lenoir M., Durfort M., Quero C., Mas A., Lombarte A., Van der Schaar M., López-Bejar M., Morell M., Zaugg S., and Houégnigan L., 2011. *Low-frequency sounds induce acoustic trauma in cephalopods.* Ecol Environ **2011**; 9(9): 489–493, doi:10.1890/100124. (<https://www.esa.org/pdfs/Andre.pdf>).

Andriquetto-Filho J.M., Ostrensky A., Pie M.R., Silva U.A., Boeger W.A., 2005. *Evaluating the impact of seismic prospecting on artisanal shrimp fisheries.* Continental Shelf Research, **25**: 1720–1727.

(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278434305001007>).

Barlow, J. and Gisiner, R., 2006. *Mitigating, monitoring and assessing the effects of anthropogenic sound on beaked whales.* J. Cet. Res.Manage. **7**: 239-249

Bertolini S., Borsani J.F., Curcuruto S., De Rinaldis L., Farchi C., 2012. *Valutazione*

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

e mitigazione dell'impatto acustico dovuto alle prospezioni geofisiche nei mari italiani., ISPRA Rapporto Tecnico, pp. 1-37

Borsani, J.F., Farchi, C. 2011. ISPRA. Linee guida per lo studio e la regolamentazione del rumore di origine antropica introdotto in mare e nelle acque interne. Parti I,II,III.

[ISPRA 2011 Linee guida rumore subacqueo 3a PARTE.pdf](#)

[ISPRA 2011 Linee guida rumore subacqueo 1a PARTE.pdf](#)

[ISPRA 2011 Linee guida rumore subacqueo 2a PARTE.pdf](#)

Bignami F., Buongiorno Nardelli B., Bortoluzzi G., Giglio F., Misericocchi S., Betti M., Caccamo G. *et al.*, 2008. *Report on the oceanographic, morphobathymetric, geological and geophysical activities during cruise ADR0208 (17-28 october 2008, R/V Urania, Adricosm-Star project)*, 2008, ISMAR-ISAC-CNR Interim Technical Cruise Report

Booman C., Dalen J., Leivestad H, Levsen A., van der Meeren T. and Toklum K., 1996. *Effects from airgun shooting on eggs, larvae, and fry. Experiments at the Institute of Marine Research and Zoological Laboratory, University of Bergen.* (In Norwegian. English summary and figure legends). *Fisken og havet* 3: 83 pp.

Bortoluzzi G., Argnani A., Accettella D., Bonazzi C., Carluccio S., Chierici F., Gasperini L., Romano S., Cacchetti F., Zitellini., *et al.*, 2001. *geophysical studies in the western ionian sea and in the malta escarpment and around the Aeolian Islands – Report on multichannel seismic, SBP and magnetic investigations during cruise MESC2001 with R/V Urania*, 2001, IGM CNR Technical report N. 71

Bortoluzzi G., Del Bianco F., Giglio F., Riminucci F. Coluccelli A., Falcieri F., Bastari A, Giordano G., Pacitti D., Giordano A., Keller N., 2009. *Crociera VELTUR09: rapporto sulle operazioni di manutenzione boe ed esecuzione di transetti oceanografici in Mare Adriatico. (R/V Urania , 24 Febbraio - 2 Marzo 2009)*, 2009, ISMAR Bologna - Rapporto Interno

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

Bortoluzzi G., Del Bianco F., D'Oriano F., Giglio F., Tommaso Taticchi Mandolini Borgia T., Santi D., Bulatović A., Dević N. et al., 2009. *Report on the morphobathymetric, oceanographic, geological and geophysical investigations during cruise MNG01 09 (19-27 April 2009, R/V Urania)*, 2009, ISMAR-ISAC-CNR Interim Technical Cruise Report

Bortoluzzi G., Del Bianco F., Giglio F., D'Oriano F., Vada Chedy V. Bulatović A., Zoran Kljajić Z., Muccini F., 2009. *Report on the morphobathymetric, oceanographic, geological and geophysical investigations during cruise MNG02 09 (11-24 July 2009, R/V Maria Grazia, Montenegro.)* 2009, ISMAR-ISAC-CNR Interim Technical Cruise Report

Bortoluzzi G., Del Bianco F., D'Oriano F., Giglio F., Tommaso Taticchi Mandolini Borgia T., Santi D., Bulatović A., Dević N. et al., 2009. *Report on the morphobathymetric, oceanographic, geological and geophysical investigations during cruise MNG01 09 (19-27 April 2009, R/V Urania)*, 2009, ISMAR-ISAC-CNR Interim Technical Cruise Report

Bortoluzzi G., D'Oriano F., Del Bianco F., Maselli V., Palmiotto C., Falcieri F., Marinaccio K., Radojevic D., Milic M., Castelli G., Çomo E., Murtaç B., 2010. *Rapporto sulle attività oceanografiche, geologiche, geofisiche durante la crociera MNG0310 con R/V Urania : Mare Adriatico, 2010-03-02 - 2010-03-12. Progetti EMMA (Dr. M. Ravaioli) e ADRICOSM (Prof. N. Pinardi)*. 2010, ISMAR Bologna - Rapporto Interno

Bortoluzzi G., Del Bianco F., Maselli V., Fiminucci F., Carmisciano C., Cocchi L., Muccini F., Vagni R., et al., 2010. *Rapporto sulle indagini gravimetriche, magnetometriche, batimetriche durante la crociera PANSTR10 con R/V Urania: Panarea e Stromboli, Isole Eolie, 2010-02-05 - 2010-02-15*, 2010, ISMAR Bologna - Rapporto Interno

Bowles A.E., Smultea M., Wursig B., De Master D.P., Palka D., 1994. *Relative abundance and behavior of marine mammals exposed to transmissions from the Heard Island Feasibility Test*. *Journal of the Acoustical Society of America* 96 (4), 2469-2484.

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

Carlson, T., 2012. *Barotrauma in fish and barotrauma metrics*. In: Popper, A., Hawkins, A. (Eds.), *The Effects of Noise on Aquatic Life*. Springer Science + Business Media, LLC, New York, pp. 229–234.

Carniel S., Bergamasco A., Madricardo F., Sclavo M., Bortoluzzi G., D'Oriano F., Foglini F. *et al.*, 2009. *Report on the geophysical and oceanographic investigations during cruise ADRIASEISMIC 09 (03-16 March 2009, R/V Urania)*, 2009, ISMAR-ISAC-CNR Interim Technical Cruise Report

Casper, B.M., Halvorsen, M.B., Matthews, F., Carlson, T.J., Popper, A.N., 2013. *Recovery of barotraumas injuries resulting from exposure to pile driving sound in two sizes of hybrid striped bass*. PLoS One 8, e73844. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0073844>.

Christian J. R., Mathieu A., Thomson D. H., White D. and Buchanan R. A., 2003. *Effect of Seismic Energy on Snow Crab (Chionoecetes opilio)* 7 November 2003. Environmental Research Funds Report No. 144. Calgary. 106 p.

Coltelli M., Cavallaro D., Firetto Carlino M., Cocchi L., Muccini F., D'Alessandro A., Claude M. E., *et al.*, 2016 *The marine activities performed within the TOMO-ETNA experiment 2016*, Annals Of Geophysics, 59, 4

Dalen and Knutsen, 1987. *Scaring Effects in Fish and Harmful Effects on Eggs, Larvae and Fry by Offshore Seismic Explorations*. In Merklinger: Proc. Sym. *Progress in Underwater Acoustics*, 1987: 93-99. Halifax 1986.

Department of Fisheries and Oceans (Canada), 2004. *Review of Scientific Information on Impacts of Seismic Sound on Fish, Invertebrates, Marine Turtles and Marine Mammals*. Habitat Status Report 2004/002.

DeRuiter S.L. and Doukara R.L., 2010. *Loggerhead turtles dive in response to airgun sound exposure*. (ASA abstract). In: Weilgart, L., 2013. *A review of the impacts of seismic airgun surveys on marine life*. Submitted to the CBD Expert Workshop on *Underwater Noise and its Impacts on Marine and Coastal Biodiversity*, 25-27 February 2014, London, UK.

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

DeRuiter S.L., Doukara L.K., 2012 *Loggerhead turtles dive in response to airgun sound exposure*. *Endang Species Res* **16**:55-63.

DeSoto N.A., Delorme N., Atkins J., Howard S., Williams J., Johnson M., 2013. *Anthropogenic noise causes body malformations and delays development in marine larvae*. *Sci.Rep.* **3**, 2831. <http://dx.doi.org/10.1038/srep02831>

Engås A., Løkkeborg S., Ona E. and Soldal A.V., 1993. *Effects of seismic shooting on catch and catch-availability of cod and haddock*. *Fisken og Havet*, **9**: 117 pp.

Engås A., Løkkeborg S., Ona E., and Soldal A.V., 1996. *Effects of seismic shooting on local abundance and catch rates of cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*)*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **53**: 2238-2249

Engel, M.H., Marcondes, M.C.C., Martins, C.C.A., O Luna, F., Lima, R.P. e Campos, A., 2004. *Are seismic surveys responsible for cetacean strandings? An unusual mortality of adult humpback whales in Abrolhos Bank, Northeastern coast of Brazil*, Paper submitted to the IWC Scientific Committee (SC/56/E28).

Evans, P.G.H., & Nice, H., 1996. *Review of the effects of underwater sounds generated by seismic survey on Cetaceans*. Sea Watch Foundation, Oxford.

Goold, J.C., 1996. *Acoustic assessment of populations of common dolphin (*Delphinus delphis*) in conjunction with seismic surveying*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. **76**:811-820

Gordon, J.C., D.D. Gillespie, J. Potter, A. Franzis, M.P. Simmonds, and R. Swift, 1998. *The Effects of Seismic Surveys on Marine Mammals*. L. Tasker and C. Weir, eds. London.

Govoni J.J., Settle L.R., West M.A., 2003. *Trauma to juvenile pinfish and spot inflicted by submarine detonations*. *J. Aquat. Anim. Health*. **15**: 111-119.

Guerra A, González A.F., and Rocha F., 2004. *A review of records of giant squid in the north-eastern Atlantic and severe injuries in *Architeuthis dux* stranded after acoustic exploration*. ICES CM 2004/CC: 29.

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

Guerra Á., González Á.F., Pascual S., Dawe E.G., 2011. The giant squid *Architeuthis*: An emblematic invertebrate that can represent concern for the conservation of marine biodiversity. *Biol. Conserv.*;144:1989–1997.

Gutscher, M.; Babonneau, N.; Cattaneo, A.; Gallais, F.; Graindorge, D., 2013. San Pedro, L., *The CIRCEE-HR survey in the Calabrian arc and offshore E Sicily (Ionian Sea and Southern Italy): investigating active faults, recent deformation and the deep marine paleoseismic record (turbidites)*, 2013 American Geophysical Union

Halvorsen M.B., Casper B.M., Woodley C.M., Carlson T.J., Popper A.N., 2012. *Threshold for onset of injury in Chinook salmon from exposure to impulsive pile driving sounds*. *PLoS One*. 2012;7(6).

Hassel, A., Knutsen, T., Dalen, J., Skaar, K., Lokkeborg, S., Misund, O.A., Ostensen, O., Fonn, M., Haugland, E.K., 2004. *Influence of seismic shooting on the lesser sandeel (Ammodytes marinus)*. *ICES J. Mar. Sci.* 61, 1165–1173.

Hastings MC, Popper AN, Finneran JJ, Lanford PJ., 1996. *Effects of low-frequency underwater sound on hair cells of the inner ear and lateral line of the teleost fish *Astronotus ocellatus**. *J. Acoust. Soc. Am.* 99 (3):1759-66.

Hauser, D.D.W., M. Holst and V.D. Moulton. 2008. *Marine mammal and sea turtle monitoring during Lamont-Doherty Earth Observatory's marine seismic program in the Eastern Tropical Pacific, April-August 2008*. LGL Rep. TA4656/7-1. Rep. from LGL Ltd., King City, Ont. and St. John's, Nfld, for Lamont-Doherty Earth Observatory, Palisades, NY, and Nat. Mar. Fish. Serv., Silver Spring, MD. 98 p.

Holst M. and Smultea M.A.. 2008. *Marine mammal and sea turtle monitoring during Lamont-Doherty Earth Observatory's marine seismic program off Central America, February – April 2008*. LGL Rep. TA4342-3. Rep. from LGL Ltd., King City, Ont., for Lamont-Doherty Earth Observatory of Columbia Univ., Palisades, NY, and Nat. Mar. Fish. Serv., Silver Spring, MD. 133 p.

International Association of geophysical contractors, 2011. *An overview of marine seismic operations*, Report n.448 aprile 2011.

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

Irish Department of Communication, Energy and Natural Resources, 2007. *Second Strategic Environmental Assessment for Oil and Gas Activity in Ireland's Offshore Atlantic Waters: IOSEA2 Porcupine Basin*. Environmental Report.

Jasny, M., Reynolds, J., Horowitz, C., Wetzler, A., 2005. *Sounding the depths II: the rising toll of sonar, shipping and industrial ocean noise on marine life*. Natural Resources Defense Council, November 2005.

JNCC, 2010. *Guidelines for minimising the risk of injury and disturbance to marine mammals from seismic surveys*, agosto 2010.

http://jncc.defra.gov.uk/pdf/jncc_guidelines_seismic%20guidelines_aug%202010.pdf

Jochens, A., Biggs D., Benoit-Bird K., Engelhaupt D., Gordon J., Hu C., Jaquet N., Johnson M., Leben R., Mate B., Miller P., Ortega-Ortiz J., Thode A., Tyack P. and Würsig B., 2008. *Sperm whale seismic study in the Gulf of Mexico: Synthesis report*. U.S. Dept. of the Interior, Minerals Management Service, Gulf of Mexico OCS Region, New Orleans, LA. OCS Study MMS 2008-006. 341 pp.

JRC Scientific and Policy Report EUR 26557 EN: Dekeling, R.P.A., Tasker, M.L., Van der Graaf, A.J., Ainslie, M.A, Andersson, M.H., André, M., Borsani, J.F., Brensing, K., Castellote, M., Cronin, D., Dalen, J., Folegot, T., Leaper, R., Pajala, J., Redman, P., Robinson, S.P., Sigray, P., Sutton, G., Thomsen, F., Werner, S., Wittekind, D., Young, J.V.. *Monitoring Guidance for Underwater Noise in European Seas, Part I: Executive Summary*. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2014. doi: 10.2788/29293. (<https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/lb-na-26557-en-n.pdf>)

JRC Scientific and Policy Report EUR 26556 EN. Dekeling, R.P.A., Tasker, M.L., Van der Graaf, A.J., Ainslie, M.A, Andersson, M.H., André, M., Borsani, J.F., Brensing, K., Castellote, M., Cronin, D., Dalen, J., Folegot, T., Leaper, R., Pajala, J., Redman, P., Robinson, S.P., Sigray, P., Sutton, G., Thomsen, F., Werner, S., Wittekind, D., Young, J.V.. *Monitoring Guidance for Underwater Noise in European Seas, Part III: Background Information and Annexes*. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2014, doi: 10.2788/2808. <https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/lb-na-26556-en-n.pdf>.

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

- Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, 2014. *"Monitoring Guidance for Underwater noise in European seas.*
- Ketten, D.R., 2000. Cetacean ears. Pages 43-108 In: Au, W.W.L., Popper, A.N. & Fay, R.R., Eds. *Hearing in Whales and Dolphins.* Springer Verlag NY.
- Kostyuchenko, L.P. 1973. *Effects of elastic waves generated in marine seismic prospecting of fish eggs in the Black Sea.* Hydrobiol. Jour. **9** (5): 45-48
- Leite L., Campbell D, Versiani L., Nunes A J C. C and Thiele T., 2016. *First report of a dead giant squid (Architeuthis dux) from an operating seismic vessel.* Marine Biodiversity Records **9**:26. <https://mbr.biomedcentral.com/articles/10.1186/s41200-016-0028-3>
- Lenhardt, M. 2002. *Sea turtle auditory behavior.* J. Acoust. Soc. Amer. **112**:2314.
- Ligi M., Scrocca D., Doglioni C., Cuffaro M., Sacchi M., Bortoluzzi G., D'Orlando F., Marco Pastore M., et al., 2010. *Acquisition of multichannel seismic reflection profiles in the Central and Southern Tyrrhenian sea, TIR10: R/V Urania Cruise Report, 2010-10-19, 2010-10-28, 2010,* ISMAR Bologna Technical Report
- Løkkeborg, S. 1991. *Effects of a geophysical survey on catching success in longline fishing.* ICES C.M. B: 40.
- Løkkeborg, S. and Soldal, A.V., 1993. *The influence of seismic exploration with airgun on cod (Gadus morhua) behaviour and catch rates.* ICES Mar. Sci. Symp. **196**: 62-67.
- Madsen, P.T., Møhl, B., Nielsen, B.K., e Wahlberg, M., 2002. *Male sperm whale behaviour during exposures to distant seismic survey pulses.* Aquatic Mammals. **28**: 231-240.
- Maglio A., Oavan G., Castellote M., Frey S., 2016. *Overview of the Noise Hotspots in the ACCOBAMS Area, Part I - Mediterranean Sea.* Technical report. 45 pp.
- Mann D., Hill-Cook M., Manire C., Greenhow D., Montie E., et al., 2010. *Hearing Loss in Stranded Odontocete Dolphins and Whales.* PLoS ONE **5**(11): e13824. doi:10.1371/journal.pone.0013824

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

Marine Geophysical Survey – R/V OGS Explora Ross Sea, Antarctica, January and February 2017, MITIGATION GUIDELINES - Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale.

Marsella E., Favali P., Castellano M., Aiello G., Bortoluzzi G., Di Fiore V., *et al.*, 2007. *The Stromboli geophysical experiment. Preliminary report on wide angle refraction seismics and morphobathymetry of Stromboli island (Southern Tyrrhenian sea, Italy) based on integrated offshore-onshore data acquisition (Cruise str06 r/v Urania)*, 2007, ISMAR Bologna Technical Report N.102

Mate B.R., Stafford K.M., Ljungblad D.K., 1994. *A change in spermwhale (*Physeter macrocephalus*) distribution correlated to seismic surveys in the Gulf of Mexico*. Journal of the Acoustical Society of America 96 (2), 3268-3269.

Mazzariol S., 2010. Spiaggiamento di 7 esemplari di capodoglio (*Physeter macrocephalus*) sul litorale compreso tra Cagnano Varano e Ischitella (FG) tra il 10 e il 15 dicembre 2009. Relazione finale. Dipartimento di Sanità Pubblica, Patologia Comparata ed Igiene Veterinaria, Università degli Studi di Padova. http://www.minambiente.it/sites/default/files/Relazione_Finale.pdf.

Mazzariol S., 2016. Progetto "Rafforzamento e integrazione delle strutture operative funzionali alla costituenda Rete Nazionale Spiaggiamenti Cetacei". Relazione finale. Dipartimento di Sanità Pubblica, Patologia Comparata ed Igiene Veterinaria, Università degli Studi di Padova.

McCauley R.D., 1994. *Seismic Surveys. In: Environmental implications of offshore oil and gas development in Australia—the findings of an independent scientific review*, Swan, J.M., Neff, J.M. and Young, P.C. (Eds.), APEA, 19–121.

McCauley R.D., Fewtrell J., Duncan A.J., Jenner C., Jenner, M.-N., Penrose J.D., Prince R.I.T., Adhitya A., Murdoch J. and McCabe, K., 2000. *Marine seismic surveys: analysis and propagation of airgun signals, and effects of airgun exposure on humpback whales, sea turtles, fishes, and squid*. Western Australia: Curtin U. of Technology. 203 pp.

McCauley R.D., Fewtrell J., Popper A.N., 2003. *High intensity anthropogenic sound damages fish ears*. Journal of the Acoustical Society of America 113: 638-642.

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

Miller P.J.O., Johnson M.P., Madsen P.T., Biassoni N., Quero M., Tyack P.L., 2009. *Using at sea experiments to study the effects of airgun on the foraging behavior of sperm whales in the Gulf of Mexico*. Deep Sea Research I 56(2009) 1168-1181.

Moein S.E., Musick J.A., Keinath, J.A., Barnard, D.E., Lenhardt M. & George R., 1994. Evaluation of seismic sources for repelling sea turtles from hopper dredges. Report for US Army Corps of Engineers, from Virginia Institute of Marine Science, VA, USA, unpublished.

Moriyasu M., Allain R., Benhalima K., and Claytor R., 2004. *Effects of seismic and marine noise on invertebrates: A literature review*. Canadian Science Advisory Secretariat. Research document 2004/126.

Nelms S. E. , Piniak W. E.D., Weir C. R., Godley B. J., 2016. *Seismic surveys and marine turtles: An underestimated global threat?*. Biological Conservation **193**:49–65

O'Hara, J. & J.R. Wilcox. 1990. Avoidance responses of loggerhead turtles, *Caretta caretta*, to low frequency sound. Copeia 1990: 564-567.

Paltrinieri D., Viezzoli C., Signanini P., Di Sabatino B., D'Anna G., Calcara M., Bortoluzzi G. *et al*, 2006. *Report on the morphobathymetric, magnetometric, gravimetric, ctd water and bottom sampling investigations during cruise MRS06 aboard R/V Universitatis*, 2006, ISMAR Interim Report

Pavan G., Fossati C., Caltavuturo G., 2011. *Linee guida per la riduzione dell'impatto del rumore di origine antropica sull'ambiente marino e sui mammiferi marini in particolare*. Università degli Studi di PAVIA – CIBRA. (<http://www.gionha.it/risorse/pubblicazioni/report/linee-guida-riduzione-impatto-rumore-cibra-2011.pdf>)

Parente C.L., Araujo J.P., Araujo M.E., 2007. *Diversity of cetaceans as tool in monitoring environmental impacts of seismic surveys*. Biota Neotropica, vol. 7 (n.1):2007.

Pearson W.H., Skalski J.R. and Malme C.I., . (1992). Effects of sounds from a geophysical survey device on behavior of captive rockfish (*Sebastes* spp.). Can. J. Fish. Aquat. Sci. **49**(7): 1343–1356. doi:10.1139/f92-150.

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

Polonia A., Bortoluzzi G., L.Gasperini L., Ligi M., Carrara G., Cuffaro M., et al., 2008. *Rapporto sulle indagini di sismica a riflessione, gravimetriche, magnetometriche, morfobatimetriche e campionamento fondo mare nell' arco calabro (Mar Ionio) Campagna Calamare08 N/O Urania Napoli 2008-04-15 Bari 2008-05-12, 2008, ISMAR Bologna Rapporto Tecnico.*

Popper A.N., Smith M.E., Cott P.A., Hanna B.W., MacGillivray A.O., Austin M.E., Mann D.A., 2005. *Effects of exposure to seismic airgun use on hearing of three fish species.* J. Acoust. Soc. Am. **117**: 3958–3971. <http://dx.doi.org/10.1121/1.1904386>.

Radford A.N., Kerridge E., Simpson S.D., 2014. *Acoustic communication in a noisy world: can fish compete with anthropogenic noise?* Behav. Ecol. **25** (5): 1022 - 1030.

Ravaioli M. (Capo crociera), Riminucci F., Russo A., Catalano G., Matteucci G., Simonini R., Bortoluzzi G., Focaccia P., 2007. *Rapporto sulle operazioni oceanografiche e geofisiche durante la crociera Anemre06 con n/o Urania, 2007, ISMAR Bologna - INTERIM REPORT*

Richardson, W.J., Greene, C.R.J., Malme, C.I., & Thomson, D.H., 1995. *Marine Mammals and Noise.* San Diego: Academic Press.

Rowe S., Hutchings J.A., Skjaeraasen J.E., Bezanson L., 2008. *Morphological and behavioural correlates of reproductive success in Atlantic cod (Gadus morhua).* Mar Ecol Prog Ser. **354**: 257–265.

Sacchi M., Alessio G., Aquino I., Esposito E., Molisso F., Nappi R., Porfido S., 2009. *Violante C. Risultati preliminari della campagna oceanografica CAFE_07 – Leg 3 nei Golfi di Napoli e Pozzuoli, Mar Tirreno Orientale, 2009 Quaderni di Geofisica numero 64, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia*

Sætre and Ona, 1996. *Seismiske Undersøkelser Og Skader Pa Fiskeegg Og - Larver. Rapporto Fisken Og Havet.*

Santulli A., Modica, A., Messina, C., Ceffa, L., Curatolo, A., Rivas, G., Fabi, G., and D'amelio, V., 1999. *Biochemical responses of European sea bass (Dicentrarchus labrax L.) to the stress induced by off shore experimental seismic prospecting.* Mar. Pollut. Bull. **38**: 1105–1114. [http://dx.doi:10.1016/S0025-326X\(99\) 00136-8](http://dx.doi:10.1016/S0025-326X(99) 00136-8)

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

Simpson S.D., Purser J., Radford A.N., 2015. *Anthropogenic noise compromises antipredator behaviour in European eels*. Glob. Chang. Biol. 21, 586–593. <http://dx.doi.org/10.1111/gcb.12685>

Skalski J.R., Pearson W.H. and Malme C.I., 1992. *Effects of sound from a geophysical survey device on catch-per-unit-effort in a hook-and-line fishery for rockfish (Sebastes spp.)*. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 49: 1357–1365.

Slotte A., Hansen K., Dalen J., Ona E., 2004. *Acoustic mapping of pelagic fish distribution and abundance in relation to a seismic shooting area off the Norwegian west coast*. Fisheries Research Volume 67 (2): 143–150.

Smith M.E., Kane A.S., Popper A.N., 2004. *Noise-induced stress response and hearing loss in goldfish (Carassius auratus)*. J. Exp. Biol. 207: 427–435.

Tassy A., Fournier F., Munch P., Borgomano J., Thinon I., Fabri M.C., Rabineau M., B. Arfib, Begot J., Beslier M.O., et al., 2014. *Discovery of Messinian Canyons and new seismic stratigraphic model, Offshore Provence (SE France): implications for the hydrographic network reconstruction*, 2014, Marine and Petroleum Geology, Elsevier, 2014, 57, pp.25-50.

United Nations, Office of Legal Affairs, 2010. *Marine Scientific Research, A revised guide to the implementation of the relevant provisions of the United Nations Convention on the Law of the Sea*. Division for Ocean Affairs and the Law of the Sea., New York, 2010.

http://www.un.org/depts/los/doalos_publications/publicationstexts/msr_guide%202010_final.pdf

Verzijden M.N., van Heusden J., Bouton N., Witte F., ten Cate C., Slabbekoorn H., 2010. *Sounds of male Lake Victoria cichlids vary within and between species and affect female mate preferences*. Behav Ecol. 21:548–555.

Wardle C.S., Carter T.J., Urquhart G.G, Johnstone A.D.F, Ziolkowski A.M., Hampson G., Mackie D., 2001. *Effects of seismic airguns on marine fish*. Continental Shelf Research, 21 (8–10): 1005–1027.

Primo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'airgun

Weilgart, L., 2013. *A review of the impacts of seismic airgun surveys on marine life*. Submitted to the CBD Expert Workshop on Underwater Noise and its Impacts on Marine and Coastal Biodiversity, 25-27 February 2014, London, UK.

Weir C.R., 2007. *Observations of marine turtles in relation to seismic airgun sound off Angola*. *Mar Turtle Newsl* 116: 17-20.

<http://www.seaturtle.org/mtn/archives/mtn116/mtn116p17.shtml>.

Sitografia

<http://jncc.defra.gov.uk/>

<http://unmig.mise.gov.it/home.asp>

<http://www.minambiente.it>

<http://www.ogs.trieste.it/it>

<http://www.pgs.com>

<http://www.va.minambiente.it/it-IT>

<https://accobams.org/>

<https://www.cbd.int/>

<https://www.cnr.it/>

www.iamc.cnr.it/

www.ismar.cnr.it

wwz.ifremer.fr/

...

ALLEGATO 1

Procedure di Valutazione di Impatto Ambientale per indagini geofisiche in aree marine (permessi di prospezione e permessi di ricerca idrocarburi) anni 2015-2016.

(dati aggiornati al 30.11.2016, fonte: Portale delle Valutazioni Ambientali www.vam.ambiente.it).

n	Progetto	Proponente	Tipologia	Procedura	Stato procedura	Data avvio	Data conclusione	N° provv.	Esito provv.	Regioni costiere	Aree marine
1	Permesso di ricerca di idrocarburi liquidi e gassosi denominato "d 84 F.R.-EL"	Petrocellific Italia S.r.l.	Ricerca idrocarburi	Scoping VIA	Conclusa	1/2016	28/10/2016	DVA_2016-0026392			Ionio Sett.
2	Prospezione geofisica al largo della costa nord-occidentale della Sardegna - zona marina E denominato "d 2 E.P.-TG"	TGS - NOPEC	Prospezione idrocarburi	VIA	In corso	2/2015				Sardegna	Mar di Sardegna
3	Indagine geofisica 3D regionale nell'area dell'istanza di	Schlumberger Italiana S.p.a.	Prospezione idrocarburi	VIA	Conclusa	11/2014	18/10/2016	DM_2016-0000289	Positivo con prescrizioni	Basilicata, Calabria, Puglia	Ionio Sett.

n	Progetto	Proponente	Tipologia	Procedura	Stato procedura	Data avvio	Data conclusione	N° provv.	Esito provv.	Regioni costiere	Are marine
	permesso di prospezione in mare denominata "d3 F.P-SC"										
4	Indagine geofisica nell'area dell'istanza di permesso di ricerca in mare "d 90 F.R.-GM"	Global MED LLC	Prospezione idrocarburi	VIA	In corso	10/2014				Puglia	Ionio Sett.
5	Indagine geofisica nell'area dell'istanza di permesso di ricerca in mare "d 89 F.R.-GM"	Global MED LLC	Prospezione idrocarburi	VIA	In corso	10/2014				Puglia	Ionio Sett.
6	Indagine geofisica nell'area dell'istanza di permesso di ricerca in mare "d 87 F.R.-GM"	Global MED LLC	Prospezione idrocarburi	VIA	In corso	10/2014				Calabria	Ionio Sett.
7	Indagine geofisica nell'area dell'istanza di	Global MED LLC	Prospezione idrocarburi	VIA	Conclusa	10/2014	18/10/2016	DM_2016-0000287	Positivo con prescrizioni	Calabria	Ionio Sett.

n	Progetto	Proponente	Tipologia	Procedura	Stato procedura	Data avvio	Data conclusione	N° provv.	Esito provv.	Regioni costiere	Aree marine
	permesso di ricerca in mare "d 86 F.R.-GM"										
8	Indagine geofisica nell'area dell'istanza di permesso di ricerca in mare "d 85 F.R.-GM"	Global MED LLC	Prospezione idrocarburi	VIA	Conclusa	10/2014	18/10/2016	DM_2016-0000288	Positivo con prescrizioni	Calabria	Ionio Sett.
9	Indagine geofisica 3D regionale nell'area dell'istanza di permesso di prospezione in mare denominata "d1 C.P.-SC"	Schlumberger Italiana S.p.a.	Prospezione idrocarburi	VIA	In corso	08/2014				Sicilia	Stretto di Sicilia
10	Indagine geofisica 3D regionale nell'area dell'istanza di permesso di prospezione in mare denominata "d1 G.P.-SC"	Schlumberger Italiana S.p.a.	Prospezione idrocarburi	VIA	In corso	08/2014				Sicilia	Stretto di Sicilia

n	Progetto	Proponente	Tipologia	Procedura	Stato procedura	Data avvio	Data conclusione	N° provv.	Esito provv.	Regioni costiere	Aree marine
11	Indagine geofisica 2D, ed eventuale 3D, nell'area dell'istanza di permesso di ricerca in mare "d 83 F. R.-GP"	Global Petroleum Limited	Prospezione idrocarburi	VIA	Conclusa	06/2014	14/10/2016	DM_2016-0000284	Positivo con prescrizioni	Puglia	Adriatico Merid.
12	Indagine geofisica 2D, ed eventuale 3D, nell'area dell'istanza di permesso di ricerca in mare "d 82 F. R.-GP"	Global Petroleum Limited	Prospezione idrocarburi	VIA	Conclusa	06/2014	14/10/2016	DM_2016-0000283	Positivo con prescrizioni	Puglia	Adriatico Merid.
13	Indagine geofisica 2D, ed eventuale 3D, nell'area dell'istanza di permesso di ricerca in mare "d 81 F. R.-GP"	Global Petroleum Limited	Prospezione idrocarburi	VIA	In corso	06/2014				Puglia	Adriatico Merid.
14	Indagine geofisica 2D, ed eventuale 3D, nell'area dell'istanza di	Global Petroleum Limited	Prospezione idrocarburi	VIA	In corso	06/2014				Puglia	Adriatico Merid.

n	Progetto	Proponente	Tipologia	Procedura	Stato procedura	Data avvio	Data conclusione	N° provv.	Esito provv.	Regioni costiere	Aree marine
	permesso di ricerca in mare "d 80 F.R.-Gp"										
15	Indagine geofisica 2D nell'area dell'istanza di prospezione in mare "d1 E.P.-SC"	Schlumberger Italiana S.p.a.	Prospezione idrocarburi	VIA	Conclusa	05/2014	12/11/2015	DM_2015-0000240	Negativo	Sardegna	Mar di Sardegna
16	Permesso di ricerca di idrocarburi in mare "d 68 F.R.-TU"	Transunion Petroleum Italia S.r.l.	Ricerca idrocarburi	VIA	Conclusa	05/2013	03/05/2016	DVA_2016-0011928	Archiviato	Basilicata, Calabria, Puglia	Ionio Sett.
17	Permesso di ricerca di idrocarburi in mare "d 361 C.R.-TU"	Transunion Petroleum Italia S.r.l.	Ricerca idrocarburi	VIA	Conclusa	05/2013	03/05/2016	DVA_2016-0011913	Archiviato	Sicilia	Stretto di Sicilia
18	Permesso di ricerca di idrocarburi liquidi e gassosi denominato "d28 G.R.-AG"	ENI Divisione Exploration & Production	Ricerca idrocarburi	VIA	Conclusa	05/2013	11/10/2016	DM_2016-0000268	Positivo con prescrizioni	Sicilia	Stretto di Sicilia
19	Permesso di ricerca di	ENI Divisione	Ricerca idrocarburi	VIA	In corso	05/2013				Sicilia	Stretto di Sicilia

n	Progetto	Proponente	Tipologia	Procedura	Stato procedura	Data avvio	Data conclusione	N° provv.	Esito provv.	Regioni costiere	Aree marine
	idrocarburi liquidi e gassosi denominato "d33 G.R.-AG"	Exploration & Production									
20	Permesso di ricerca di idrocarburi in mare denominato "d79 F.R.-EN"	ENEL Longanesi Development s S.r.l.	Ricerca idrocarburi	VIA	Conclusa	03/2013	12/06/2015	DM_2015-0000122	Positivo con prescrizioni	Puglia	Ionio Sett.
21	Permesso di ricerca di idrocarburi liquidi e gassosi in mare convenzionalmente denominato "d 74 F.R.-SH"	Shell Italia E&P S.p.A.	Ricerca idrocarburi	VIA	Conclusa	11/2012	13/10/2015	DM_2015-0000213	Positivo con prescrizioni	Basilicata, Calabria	Ionio Sett.
22	Istanza di permesso di ricerca di idrocarburi liquidi e gassosi in mare convenzionalmente denominato "d 73 F.R.-SH"	Shell Italia E&P S.p.A.	Ricerca idrocarburi	VIA	Conclusa	11/2012	13/10/2015	DM_2015-0000212	Positivo con prescrizioni	Basilicata, Calabria	Ionio Sett.

n	Progetto	Proponente	Tipologia	Procedura	Stato procedura	Data avvio	Data conclusione	N° provv.	Esito provv.	Regioni costiere	Aree marine
23	Prospezione geofisica 3D Adriatico Meridionale nell'ambito dei permessi di ricerca FR 39 NP e FR 40 NP	Northern Petroleum Ltd	Ricerca idrocarburi	VIA	Conclusa	03/2012	08/06/2015	DM_2015-0000104	Positivo con prescrizioni	Puglia	Adriatico Merid.
24	Prospezione geofisica 3D Adriatico Meridionale nell'ambito dei permessi di ricerca FR 39 NP e FR 40 NP	Northern Petroleum Ltd	Ricerca idrocarburi	Verifica ottemperanza	In corso	05/2016				Puglia	Adriatico Merid.
25	Prospezione geofisica 3D Adriatico Meridionale nell'ambito dei permessi di ricerca FR 39 NP e FR 40 NP	Northern Petroleum Ltd	Ricerca idrocarburi	Verifica ottemperanza	Conclusa	05/2016				Puglia	Adriatico Merid.
26	Permesso di	Petroleum	Prospezione	VIA	Conclusa	01/2012	12/06/2015	DM_2015-	Positivo con	Puglia	Adriatico

n	Progetto	PropONENTE	Tipologia	Procedura	Stato procedura	Data avvio	Data conclusione	N° provv.	Esito provv.	Regioni costiere	Are marine
	prospezione "d 2 F.P.-PG" ubicato nel Mare Adriatico nella zona antistante le coste della Regione Puglia	Geo-Services Asia Pacific Pte.Ltd.	idrocarburi					0000120	prescrizioni		Merid.
27	Permesso di ricerca di idrocarburi liquidi e gassosi denominato "d 503 BR-CS" localizzato nel Mar Adriatico a largo della costa marchigiana	Appennine Energy Srl	Ricerca idrocarburi	VIA	Conclusa	12/2011	11/06/2015	DM_2015-0000111	Positivo con prescrizioni	Marche	Adriatico Centrale
28	Permesso di ricerca idrocarburi "d151 DR-EL"	Petroceltic Italia S.r.l.	Ricerca idrocarburi	VIA	Conclusa	09/2013	01/10/2015	DVA_2015-0024623	Archiviato	Calabria	Ionio Sett.
29	Programma lavori collegato all'istanza di Permesso di Ricerca per idrocarburi	Transunion Petroleum Italia S.r.l.	Ricerca idrocarburi	VIA	Conclusa	02/2011	12/06/2015	DM_2015-0000123	Positivo con prescrizioni	Sicilia	Stretto di Sicilia

n	Progetto	Proponente	Tipologia	Procedura	Stato procedura	Data avvio	Data conclusione	N° provv.	Esito provv.	Regioni costiere	Aree marine
	denominato "d 359 C.R.-TJ"										
30	Permesso di ricerca idrocarburi in mare denominato "d61 F.R.-NP"	Northern Petroleum Ltd	Ricerca idrocarburi	VIA	Conclusa	11/2010	08/06/2015	DM_2015-0000106	Positivo con prescrizioni	Puglia	Adriatico Merid.
31	Permesso di ricerca idrocarburi in mare denominato "d60 F.R.-NP"	Northern Petroleum Ltd	Ricerca idrocarburi	VIA	Conclusa	11/2010	11/06/2015	DM_2015-0000109	Positivo con prescrizioni	Puglia	Adriatico Merid.
32	Permessi di prospezione "d 1 B.P.-SP" e "d 1 F.P.-SP"	Spectrum Geo Ltd	Prospezione idrocarburi	VIA	Conclusa	08/2011	03/09/2015	DM_2015-0000103	Positivo con prescrizioni	Abruzzo, Emilia Romagna, Marche, Molise, Puglia	Adriatico Centrale, Adriatico Merid.
33	Permesso di ricerca idrocarburi d 149 DR-NP	Northern Petroleum Ltd	Ricerca idrocarburi	VIA	Conclusa	11/2010	12/06/2015	DM_2015-0000121	Positivo con prescrizioni	Puglia	Adriatico Merid.
34	Permesso di ricerca idrocarburi d66 F.R.-NP	Northern Petroleum Ltd	Ricerca idrocarburi	VIA	Conclusa	11/2010	08/06/2015	DM_2015-0000105	Positivo con prescrizioni	Puglia	Adriatico Merid.

n	Progetto	Proponente	Tipologia	Procedura	Stato procedura	Data avvio	Data conclusione	N° provv.	Esito provv.	Regioni costiere	Aree marine
35	Permesso di ricerca idrocarburi d65 F.R.-NP	Northern Petroleum UK Ltd	Ricerca idrocarburi	VIA	Conclusa	11/2010	10/06/2015	DM_2015-0000107	Positivo con prescrizioni	Puglia	Adriatico Merid.
36	Prima Fase del Programma Lavori collegato con l'istanza di permesso di ricerca idrocarburi denominata convenzionalmente "d30 G.R.-NP"	Northern Petroleum Ltd	Ricerca idrocarburi	VIA	Sospesa	12/2011				Sicilia	Stretto di Sicilia
37	Prima Fase del Programma Lavori collegato con l'istanza di permesso di ricerca idrocarburi denominata convenzionalmente "d29 G.R.-NP"	Northern Petroleum Ltd	Ricerca idrocarburi	VIA	Sospesa	12/2011				Sicilia	Stretto di Sicilia

ALLEGATO 2

Comunicato degli Enti di Ricerca sulla proibizione dell'uso di *airgun*

“Sulla proibizione dell'uso di *airguns* (cannoni ad aria compressa) nell'esplorazione del sottosuolo in ambiente marino

Apprendiamo l'approvazione in Senato di un emendamento al ddl sugli ecoreati proposto da Gal e Fi che introduce il divieto di esplosioni in mare per attività di ricerca e ispezione dei fondali: «Art. 452--*undecies*. -- (*Ispezione fondali marini*) -- Chiunque, per le attività di ricerca e di ispezione dei fondali marini finalizzate alla coltivazione di idrocarburi, utilizza la tecnica dell'*airgun*, o altre tecniche esplosive è punito con la reclusione da uno a tre anni».

Le emissioni di aria compressa in mare sono utilizzate da decenni per analizzare la struttura del sottosuolo tramite la tecnica della sismica a riflessione: sono l'unica o quantomeno la migliore possibilità che l'uomo ha per ricostruire la natura della crosta terrestre. Un'applicazione di questa metodologia è proprio la tecnica ecografica utilizzata oramai in qualsiasi ospedale e che notoriamente non ha controindicazioni, dato che non vengono emesse radiazioni o immesse sostanze tossiche. Lo stesso vale per le acquisizioni di sismica a riflessione in mare o in terra.

Vietare l'utilizzo dell'*airgun* significa bloccare lo sviluppo delle conoscenze dell'interno della terra, impedire il riconoscimento delle faglie che generano terremoti e tsunami, oppure zone dove camere magmatiche stanno per esplodere: in sostanza significa impedire lo sviluppo della scienza senza un reale motivo.

La sismica a riflessione è utilizzata sia dalle compagnie di servizio che svolgono l'acquisizione per le società petrolifere, sia da enti di ricerca nazionali ed internazionali per fini propri di pura ricerca o per fini industriali. Il limite tra i due ambiti è indefinibile e proibire l'acquisizione di profili sismici per scopi petroliferi equivale a impedirlo anche per gli enti di ricerca. Quindi considerare l'utilizzo di *airgun* un crimine, oltre che tecnicamente e socialmente inutile e assurdo, significa bloccare o addirittura affondare la già stagnante situazione delle geoscienze e del loro sviluppo conoscitivo.

Pare evidente che la norma sia stata introdotta non tanto per il reale impatto sull'ambiente dell'*airgun*, dato che vi sono centinaia di azioni dell'uomo che sono incredibilmente più dannose per l'ambiente, ma per colpire le attività minerarie in Italia. Non entrando in merito al problema macroeconomico che questo comporta, la nuova legge di fatto colpisce mortalmente anche il mondo della ricerca scientifica.

La discussione che ha preceduto l'approvazione dell'emendamento in aula è stata caratterizzata da numerose inesattezze scientifiche ed è incomprendibile il motivo per cui non sia stato chiesto alcun parere al riguardo agli organismi tecnici ed agli EPR dello Stato, esperti in materia. La discussione ha inoltre visto prevalere il principio, evidentemente stabilito a priori, della criminalizzazione di una pratica comune, invece di affrontare quello della sua regolamentazione considerati i riconosciuti motivi di protezione dell'ambiente marino. Segnaliamo inoltre il macroscopico errore emerso durante il dibattito per cui a queste tecniche viene attribuita la possibilità di indurre sismicità, mentre non figurano nell'elenco dei casi noti di attività antropiche sismogeniche che è possibile rinvenire nel rapporto redatto al riguardo da ISPRA nel 2014.

L'utilizzo delle sorgenti di tipo *airgun* (che rilasciano aria compressa e non utilizzano esplosivi) non è limitato all'esplorazione mineraria dei fondali marini. È una tecnica utilizzata comunemente anche per scopi di ricerca da vari Enti Pubblici di Ricerca vigilati dal Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca CNR, INFN, INGV e OGS, nonché molti dipartimenti universitari afferenti al Consorzio interuniversitario per la ricerca sul mare (CONISMA) che ne fanno uso per le proprie attività istituzionali. In particolare, l'esplorazione dei fondali sottomarini è attività principale di due infrastrutture di ricerca italiane, le navi da ricerca OGS—Explora e Urania, che fanno parte della flotta europea Eurofleets e contribuiscono con i propri strumenti e personale alla ricerca marina italiana ed internazionale soprattutto nell'area mediterranea e nelle aree polari. Su queste infrastrutture sono in corso ingenti investimenti da parte del MIUR, anche attraverso il progetto bandiera RITMARE.

Le finalità della ricerca che fa uso di sorgenti *airgun* sono le più diverse: cambiamento climatico, pianificazione dell'uso dell'ambiente marino, pericolosità naturale in ambiente marino, anche a fini di Protezione Civile, sicurezza degli impianti industriali e strategici,

sismicità naturale ed indotta dell'attività antropica, stoccaggio sotterraneo di gas per contrastare l'effetto serra, risorse geotermiche e naturali in genere.

Il divieto dell'uso della tecnica *airgun* avrebbe conseguenze estremamente negative sull'attività della ricerca italiana, vanificando ingenti investimenti in un settore, la cosiddetta 'crescita blu' o economia del mare, su cui l'Italia, con il proprio patrimonio di 8 mila chilometri di coste, con settori industriali tra i più avanzati del mondo, ed una tradizione di eccellenza scientifica, sta puntando con strategie proprie e all'interno del programma *Horizon 2020*.

9. **Questa nota vuole trasmettere al Governo ed ai parlamentari impegnati nella discussione dell'emendamento la netta contrarietà dei rappresentanti della ricerca nazionale alla proibizione cieca dell'uso di *airguns* nell'esplorazione del sottosuolo in ambiente marino.**

Esistono procedure e linee guida codificate, prescrittive la presenza a bordo di osservatori specializzati (*marine mammal observers*) per limitare l'impatto di queste tecnologie in mare e che possono essere ulteriormente implementate e rese sempre più efficaci dal contributo della ricerca italiana. Questo permetterebbe non solo di attenuare l'impatto sulla fauna marina, a partire dalle componenti più sensibili, quali i mammiferi marini ma anche di sviluppare nuovi approcci più evoluti e capaci di rendere pienamente compatibili e sostenibili ricerca scientifica, ricerca industriale ed il rispetto della *Marine Strategy Framework Directive* che prevede specificatamente, con il Descrittore 11, la minimizzazione dell'impatto acustico in mare.

Le linee guida e direttive menzionate non negano le evidenze raccolte in ambito scientifico, del possibile impatto negativo prodotto dall'immissione di energia acustica durante le prospezioni del sottosuolo, e forniscono quindi precise indicazioni per evitare gli usi impropri che possono trasformare un rischio potenziale in un danno. Le emissioni acustiche tramite *airgun* possono, per esempio, in taluni casi disturbare l'udito e l'orientamento di Cetacei, ma questo problema è stato risolto in altri paesi con accorgimenti che permettono di ridurre al minimo o evitare del tutto questi risvolti, attuando l'acquisizione sismica in aree e periodi in cui i Cetacei non sono presenti.

Si esprime l'auspicio che le procedure attualmente disponibili ed ulteriori pratiche di minimizzazione dell'impatto vengano adottate in modo rigoroso. La ricerca di ulteriori misure di minimizzazione d'impatto unitamente alla promozione di programmi di ricerca volti a comprendere e ridurre l'effetto di queste tipologie di impatto sulla vita marina, sono il modo migliore per promuovere attività di ricerca (sia essa di base, finalizzata ed industriale), in modo ecosostenibile, nel pieno rispetto dell'ambiente.

Gli enti firmatari di questa nota sono pronti ad impegnarsi al fianco del governo e dei rappresentanti parlamentari per illustrare e spiegare l'utilizzo di *airgun* e per trovare una soluzione condivisa, sostenibile e scientificamente valida all'utilizzo dell'*airgun* e della sismica a riflessione in generale. Questo dibattito e il confronto con la comunità scientifica può porre l'Italia all'avanguardia nello studio e nell'applicazione di misure di mitigazione dell'impatto sull'ambiente marino delle attività industriali, di ricerca e militari tramite l'adozione di linee guida avanzate in considerazione della peculiare sensibilità ambientale del Mar Mediterraneo.

Data, 9 marzo 2015

CNR --- *Consiglio Nazionale delle Ricerche* --- Presidente L. Nicolais; Direttore Dipartimento Terra e Ambiente E. Brugnoli; Direttore Progetto Bandiera Ritmare F. Trincardi

CONISMA --- *Consorzio Nazionale Interuniversitario per le Scienze del Mare* --- Presidente A. Tursi

INFN --- *Istituto Nazionale di Fisica Nucleare* – Presidente F. Ferroni; Direttore Laboratori Nazionali del Sud G. Cuttone

INGV --- *Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia* --- Presidente S. Gresta

ISPRA --- *Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale* --- Presidente
B.De Bernardinis

OGS --- *Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale* --- Presidente
M.C. Pedicchio; Direttore Sezione di Geofisica A. Camerlenghi; Direttore Centro di
Ricerche Sismologiche M. Mucciarelli

Sezione Italiana EAGE/SEG (Geofisica Applicata) — Presidente P. Mazzucchelli —
Aresys SGI --- *Società Geologica Italiana* --- Presidente E. Erba --- *Accademia
Nazionale dei Lincei* SZN --- *Stazione Zoologica Anton Dohrn* --- Presidente R.
Danovaro"

Nome campagna	Data campagna ANNO	Area investigata	Acque territoriali	Ente	Nave	Altra strumentazione geofisica
ANEMRE06	2006	Mare Adriatico centro settentrionale	Italia	CNR	Urania	multibeam, ADCP, CHIRP SBP, Sonar
MRS06	2006	Mar Tirreno Centro meridionale	Italia	CNR	Universitatis	multibeam, MBES, CHIRP SBP, Sonar, magnetometro, gravimetro
ADR0208	2008	Mare Adriatico Meridionale	Montenegro	CNR	Urania	multibeam, CHIRP SBP, Sonar
ADRIASEI09	2009	Mare Adriatico Meridionale	Italia	CNR	Urania	multibeam, ADCP, CHIRP SBP, Sonar
MING01_09	2009	Mare Adriatico Meridionale	Montenegro	CNR	Urania	multibeam, ADCP, CHIRP SBP, Sonar
MING02_09	2009	Mare Adriatico Meridionale	Montenegro	CNR	Maria Grazia	multibeam, MBES, CHIRP SBP, Sonar, magnetometro, gravimetro
VELTUR09	2009	Mare Adriatico	Italia	CNR	Urania	multibeam, CHIRP SBP, Sonar
MNG0310	2010	Mare Adriatico	Italia	CNR	Urania	multibeam, CHIRP SBP, Sonar, magnetometro, gravimetro
PANSTR10	2010	Mare Tirreno meridionale	Italia	CNR	Urania	multibeam, CHIRP SBP, Sonar, magnetometro, gravimetro
TOMO-ETNA	2014	Mare Tirreno meridionale	Italia	INGV	Galatea	multibeam, CHIRP SBP, Sonar, magnetometro
TOMO-ETNA	2014	Mare Ionio	Italia	INGV	Galatea	multibeam, CHIRP SBP, Sonar, magnetometro
ACRONIMI						
ADCP		Acoustic Doppler Current Profiler				
EMF		Ecoscandaglio multifascio				
MBES		Multibeam Echosounder System				
MCS		Multi-channel seismic reflection profiles				
SBP		Sub Bottom Profiling				
WAS		Wide-angle seismic refraction profiles				

Tabella 4 - Prospezioni geofisiche effettuate con tecnologie diverse dall'airgun

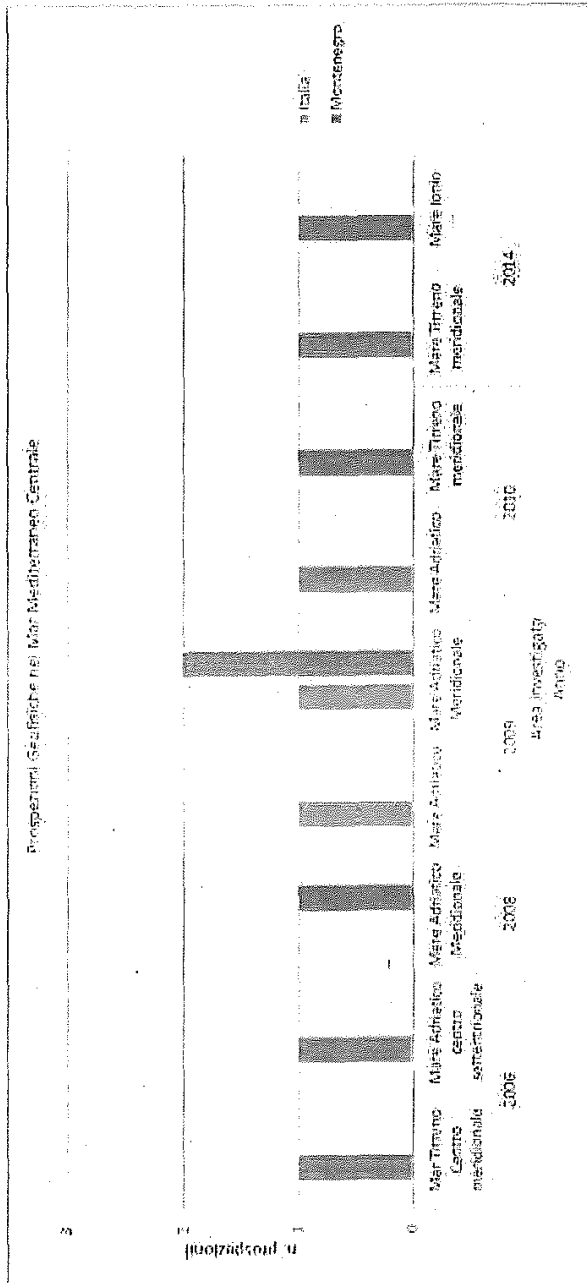


Figura 7 - Prospezioni geofisiche effettuate con tecnologie diverse dall' *airgun* nel Mar Mediterraneo Centrale ed indicazione dell'area di studio.

Allegato 4: schema di quadro prescrittivo contenuto nei provvedimenti di VIA dei progetti di prospezione e ricerca di idrocarburi in mare che prevedono l'utilizzo dell'*airgun*.

Ambito e fase di applicazione	Monitoraggio acustico (<i>ante operam</i> , <i>in corso d'opera</i> , <i>post operam</i>)
Prescrizione	Tutte le fasi di monitoraggio <i>ante</i> , <i>corso</i> e <i>post-operam</i> dovranno servirsi di personale tecnico altamente specializzato, per ricoprire i ruoli di osservatore (<i>Marine Mammal Observer - MMO</i>) e di tecnico per il monitoraggio acustico passivo (<i>Passive Acoustic Monitoring - PAM</i>). In particolare, per i relativi <i>team leader</i> , dei quali deve essere trasmesso il <i>curriculum</i> e la documentazione attestante le competenze, si richiede un'esperienza pluriennale nel campo nonché una spiccata familiarità con le specie di Cetacei presenti nell'area di indagine.

Ambito e fase di applicazione	Monitoraggio acustico (<i>ante operam</i>)
Prescrizione	Per quanto concerne il PAM (<i>Passive Acoustic Monitoring</i>), al fine di consentire al tecnico di distinguere vocalizzazioni vicine da quelle provenienti da una zona sicuramente esterna all'area di sicurezza, presentare una descrizione dettagliata del sistema e del suo funzionamento.
Prescrizione	Progetto di monitoraggio acustico <i>ante operam</i> (finalità, modalità, tempistica, gestione dati). <i>1. Finalità</i> Il progetto di monitoraggio ambientale <i>ante operam</i> dovrà essere finalizzato a: a) modellare il segnale acustico in relazione alle batimetrie da indagare secondo la configurazione di <i>array</i> "meno impattante" (utilizzare la minima potenza necessaria) e con i parametri operativi della strumentazione impiegata per il successivo rilievo sismico;

Ambito e fase di applicazione	Monitoraggio acustico (<i>ante operam</i>)
	<p>b) definire un'area di sicurezza (zona di esclusione, EZ) di estensione variabile in funzione della batimetria e delle specie previste nell'area della crociera sismica mediante l'individuazione del valore soglia del rumore oltre il quale possono verificarsi disturbi comportamentali, ancor prima di danni fisiologici, ai mammiferi marini; tale zona dovrà essere definita grazie ai dati raccolti con l'utilizzo di sono-boe e con l'esecuzione di <i>survey</i> visivi e acustici precedenti (con idrofoni omnidirezionali o <i>array</i>) mirati sia alla caratterizzazione del clima acustico (rumore ambiente), sia al riconoscimento delle presenze e vocalizzazioni attese nell'habitat specifico dell'areale di crociera proposto;</p> <p>c) determinare distribuzione, densità e uso dell'habitat delle popolazioni di mammiferi marini, compilazione report dei monitoraggi visivi ed acustici riferiti ai 60 gg. di osservazione.</p> <p>2. Modalità</p> <p>a) Il monitoraggio <i>ante-operam</i> dovrà essere eseguito per un periodo di almeno 60 giorni prima dell'inizio della crociera sismica;</p> <p>b) Il progetto di monitoraggio <i>ante-operam</i> dovrà essere effettuato su tutto l'areale di crociera sismica proposto utilizzando strumenti fissi di rilevamento acustico (sonoboe di superficie o di fondo) spazati massimo 20 miglia nautiche e conducendo <i>survey</i> visivi e acustici con transetti con spaziatura non superiore a 10 miglia nautiche;</p> <p>c) Le sonoboe dovranno garantire la copertura delle frequenze utili al controllo delle specie protette (500 Hz-40kHz per gli Odontoceti, 10 Hz-1kHz per i Mysticeti) ed essere calibrate al fine di ottenere misure assolute dei livelli di rumore ambientale. Le unità autonome di registrazione acustica potranno essere collocate sul fondale o su boe di superficie, o boe di superficie con trasmissione a terra via radio per il controllo in tempo reale ed essere scelte in funzione delle caratteristiche dell'area e del fondale. La registrazione degli eventi acustici dovrà coprire le 24 h con un campionamento di almeno 6 h</p>

Ambito e fase di applicazione	Monitoraggio acustico (<i>ante operam</i>)
	<p>equamente distribuite nelle 24 h (ad esempio con 5 min di registrazione ogni 15 min). Per le specie "<i>deep divers</i>" come lo Zifio e il capodoglio, in aree pelagiche dovranno essere previsti sensori sotto il termoclino;</p> <p>d) il progetto di monitoraggio <i>ante operam</i> dovrà contenere il progetto di posizionamento sito specifico delle sono-boe e un dettagliato programma d'indagine che racchiuda quanto segue:</p> <p>d) arrivo della nave oceanografica nell'area d'indagine e messa in acqua della strumentazione di energizzazione (<i>airgun</i>) e di misurazione (<i>streamer</i> con idrofoni) della nave.</p> <p>e) Arrivo della imbarcazione di supporto con la strumentazione di misura nell'area di indagine.</p> <p>f) Posizionamento della nave sulle aree di test individuale:</p> <p>test "a", profondità fondo marino: 150 m; sedimento: fanghi terrigeni costieri;</p> <p>test "b", profondità fondo marino: 500 m.; sedimento: fanghi batiali.</p> <p>Su ogni area di test verranno attivati gli <i>airgun</i> con gli stessi parametri operativi della intera campagna di prospezione.</p> <p>Posizionamento dell'imbarcazione di supporto a circa 5 km a prua della nave sismica e discesa idrofono alle profondità fissate (indicativamente a -50m e a -100m/150m a seconda della profondità del fondale).</p> <p>Il rumore verrà campionato con frequenza di 0.25 ms dagli idrofoni lungo uno degli <i>streamer</i> centrali, e con campionatore ad alta frequenza ubicato sulla imbarcazione di supporto.</p> <p>A bordo della nave i dati registrati verranno immediatamente elaborati per ottenere una curva di decadimento della pressione acustica generata dall'<i>array</i> di <i>airgun</i> estesa fino circa 8 km dalla sorgente a 10m di profondità (lunghezza dello <i>streamer</i>).</p> <p>La strumentazione sull'imbarcazione di supporto registrerà i livelli acustici alle varie profondità misurando la distanza dalla sorgente</p>

Ambito e fase di applicazione	Monitoraggio acustico (<i>ante operam</i>)
	<p>acustica con strumentazione radar, e producendo quindi delle curve con la variazione dei livelli acustici alle varie profondità.</p> <p>La curva di decadimento lungo lo <i>streamer</i> e le curve elaborate dagli idrofoni alle varie profondità verranno impiegate per calibrare il modello di propagazione.</p> <p>Con il modello calibrato verrà individuata la distanza massima nella colonna d'acqua alla quale il livello di pressione acustica è pari alla soglia individuata, nella fattispecie 160dB re 1µPa. Tale distanza definirà il raggio della zona di esclusione.</p> <p>Per ogni area di test verrà definito un raggio di esclusione (<i>RA</i>, <i>Rb</i>).</p> <p>Per batimetrie inferiori a 500 m il raggio della zona di esclusione sarà pari a <i>Ra</i>, mentre per batimetrie superiori sarà pari a <i>Rb</i>.</p> <p>3. Tempistica</p> <p>e) Il progetto di monitoraggio <i>ante-operam</i> dovrà essere presentato per l'ottemperanza almeno 120 giorni prima dell'inizio del <i>Survey</i>.</p> <p>4. Gestione dati</p> <p>a) Al termine delle attività di monitoraggio <i>ante-operam</i> dovrà essere prodotto un report che sintetizzi le informazioni ottenute dalla ricerca bibliografica, dalla modellizzazione acustica, dalla definizione della zona di esclusione e dai dati sulla distribuzione, densità e uso dell'habitat delle popolazioni di mammiferi marini nell'areale di crociera sismica;</p> <p>b) i dati risultanti dalle operazioni di monitoraggio dovranno essere resi pubblici e depositati in una idonea banca dati gestita da ISPRA;</p> <p>c) le modalità di organizzazione dei dati saranno preventivamente concordate con ISPRA e copia di detto accordo dovrà essere trasmessa al MATTM.</p>

Ambito e fase di applicazione	Monitoraggio bioacustico (<i>in corso d'opera</i>)
Prescrizione	<p>Progetto di monitoraggio bioacustico <i>in corso d'opera</i> (modalità, presentazione e gestione dati):</p> <p><i>1. Modalità</i></p> <p>a) Preventivamente all'avvio della prospezione dovrà essere eseguita la ripetizione del monitoraggio visivo e acustico già eseguito <i>ante-operam</i> con le stesse modalità di cui alla prescrizione n. 1 e senza soluzione di continuità procedere successivamente alla prospezione;</p> <p>b) i risultati del monitoraggio con un adeguato report di confronto agli esiti del primo monitoraggio <i>ante operam</i> dovranno essere presentati al MATTM ed ISPRA;</p> <p>c) il progetto di monitoraggio bioacustico e le procedure di mitigazione in corso d'opera dovranno essere eseguite per l'intero periodo della durata della crociera sismica;</p> <p>d) le operazioni di monitoraggio sull'area con postazioni fisse dovranno essere mantenute durante il periodo del <i>survey</i>.</p> <p><i>2. Gestione dati</i></p> <p>a) Durante le attività di monitoraggio in corso d'opera dovrà essere prodotta una reportistica che riporti le informazioni sui rilevamenti acustici e visivi dei mammiferi marini nell'areale di crociera sismica e le eventuali misure di mitigazione adottate;</p> <p>b) i dati risultanti dal monitoraggio e dalle misure di mitigazione dovranno essere resi pubblici e depositati in una idonea banca dati gestita da ISPRA;</p> <p>c) le modalità di organizzazione dei dati saranno preventivamente concordate con ISPRA e copia di detto accordo sarà trasmessa al MATTM contestualmente alla documentazione della presente prescrizione.</p>

Ambito e fase di applicazione	Monitoraggio bioacustico (<i>post operam</i>)
Prescrizione	<p>Progetto di monitoraggio bioacustico <i>post operam</i> (finalità, modalità, tempistica, gestione dati):</p> <p>1. Finalità</p> <p>a) Il progetto di monitoraggio <i>post operam</i> dovrà essere finalizzato alla valutazione dell'impatto delle operazioni di <i>airgun</i> sulla distribuzione, densità e uso dell'habitat delle popolazioni di mammiferi marini.</p> <p>2. Modalità</p> <p>a) Il progetto di monitoraggio <i>post-operam</i> dovrà essere eseguito per un periodo di almeno 60 giorni dopo il termine della crociera sismica;</p> <p>b) Il progetto di monitoraggio <i>post-operam</i> dovrà essere effettuato su tutto l'areale di crociera sismica proposto utilizzando strumenti fissi di rilevamento acustico (sonoboe di superficie o di fondo) spaziate massimo 20 miglia nautiche ed conducendo <i>survey</i> visivi e acustici con transetti con spaziatura non superiore a 10 miglia nautiche.</p> <p>3. Tempistica</p> <p>a) Il progetto di monitoraggio <i>post-operam</i> dovrà essere presentato per la verifica di ottemperanza al termine del <i>survey</i> sismico.</p> <p>4. Gestione dati</p> <p>a) Al termine delle attività di monitoraggio <i>post-operam</i> dovrà essere prodotto un report che sintetizzi le informazioni sulla distribuzione, densità e uso dell'habitat delle popolazioni di mammiferi marini nell'areale di crociera sismica come rilevati prima, durante e successivamente alla stessa;</p> <p>b) i dati risultanti dalle operazioni di monitoraggio dovranno essere resi pubblici e depositati in una idonea banca dati gestita da ISPRA;</p> <p>c) le modalità di organizzazione dei dati saranno preventivamente concordate con ISPRA e copia di detto accordo sarà trasmessa al MATTM.</p>

Ambito e fase di applicazione	Mitigazioni (<i>In corso d'opera e post operam</i>)
Prescrizione	<p>a) Sulla base dei risultati del monitoraggio bioacustico <i>ante operam</i> ed in corso d'opera e con riferimento al tracciato definitivo delle linee sismiche nonché in accordo con ISPRA, predisporre una dettagliata relazione sull'attuazione delle misure di mitigazione previste, che dimostri la conformità:</p> <p>g) alle "Linee guida per la minimizzazione del rischio di danno e di disturbo ai mammiferi marini dalle indagini sismiche", sviluppate dal <i>Joint Nature Conservation Committee</i>⁷, e alle "Linee guida per la riduzione degli impatti del rumore antropogenico sui Cetacei" (linee guida generali e linee guida per le ricerche sismiche e l'uso dell'<i>airgun</i>) sviluppate da ACCOBAMS (ultima risoluzione vigente), optando sempre per l'approccio più cautelativo;</p> <p>h) alle modalità operative da attuare per il continuo monitoraggio visivo avvalendosi di osservatori qualificati (MMO) e monitoraggio acustico passivo con strumenti e personale altamente specializzato (PAM).</p> <p>b) La relazione di cui al punto precedente dovrà riportare, tra l'altro:</p> <p>i) le precauzioni, le misure e le procedure di gestione delle attività adottate al fine di minimizzare il rischio di versamenti accidentali di oli, carburanti, sostanze tossiche ed inquinanti liquidi in generale, e al contempo dotarsi di tutte le procedure necessarie a far fronte ad eventuali incidenti, in conformità con le indicazioni fornite dalle Capitanerie di Porto;</p> <p>j) la produzione di rifiuti ed il loro smaltimento e conferimento in conformità alla normativa nazionale vigente ed alla normativa internazionale IMO – MARPOL.</p> <p>c) Il Proponente dovrà pianificare con ISPRA almeno una visita ispettiva a bordo della nave sismica (il numero e la durata dei controlli, a discrezione di ISPRA, può variare in base alla durata dell'attività di</p>

⁷ JNCC Guidelines for minimising the risk of injury and disturbance to marine mammals from seismic surveys, agosto 2010

Ambito e fase di applicazione	Mitigazioni (<i>In corso d'opera e post operam</i>)
	prospezione) al fine di assicurare il corretto svolgimento delle attività, la messa in atto di tutte le misure di mitigazione secondo le procedure raccomandate.

Ambito e fase di applicazione	Mitigazioni (<i>In corso d'opera</i>)
Prescrizione	<p>a) L'indagine dovrà essere svolta in base ai risultati della modellazione del segnale acustico (in relazione alle batimetrie da indagare) secondo la configurazione di array "meno impattante" ottimizzando l'intensità della sorgente in base alla profondità dell'area da indagare, utilizzando sempre la minima potenza della sorgente;</p> <p>b) durante le fasi di attraversamento di aree sensibili quali le ZTB, mantenere sempre tutte le attrezzature disattivate;</p> <p>c) conseguire gradualmente, ogni qual volta verrà accesa la sorgente di suono, il raggiungimento della intensità e frequenza operativa degli <i>airgun</i> (<i>soft start</i>);</p> <p>d) sospendere immediatamente o non avviare le sorgenti di suono qualora venga segnalata (mediante osservazione visiva e/o monitoraggio acustico) la presenza di mammiferi nella zona di esclusione/zona di sicurezza;</p> <p>e) utilizzare la minor potenza acustica necessaria, in considerazione dei fondali da indagare;</p> <p>f) configurare gli array in modo tale da ridurre al minimo la propagazione orizzontale delle onde;</p> <p>g) interrompere gli spari ad ogni fine linea, fatte salve eventuali esigenze di "full fold", ai fini della piena copertura dei dati sismici ai bordi dell'area in esame";</p> <p>h) utilizzare, in aree di transito di specie da salvaguardare e qualora ne sia accertata la presenza, ed in particolare per il caso della <i>Caretta caretta</i>, i dispositivi "Turtle guards" da applicare alla struttura della boa</p>

Ambito e fase di applicazione	Mitigazioni (<i>in corso d'opera</i>)
	di coda della nave sismica, al fine di evitare l'intrappolamento accidentale di tartarughe marine nelle apparecchiature di rilievo sismico.

Ambito e fase di applicazione	Aspetti progettuali ed gestionali (<i>ante operam</i>)
Prescrizione	<p>Con riferimento al tracciato definitivo delle linee sismiche ed in accordo con ISPRA, predisporre un dettagliato "cronoprogramma di effettuazione delle prospezioni" che rispetti quanto segue:</p> <p>a) il <i>cronoprogramma</i> dovrà essere articolato in modo da garantire che non vi sia la contemporanea esecuzione di indagini sismiche in ambiti geografici dove la distanza tra le navi trainanti, nel punto più vicino atteso, sia inferiore a 55 miglia nautiche (circa 100 km), nonché da garantire il divieto di contemporanea esecuzione di indagini sismiche 2D e 3D se non siano trascorsi almeno 12 mesi dalla prima campagna.</p> <p>b) Il <i>cronoprogramma</i> dovrà contenere:</p> <p>k) indicazioni di tempi, mezzi impiegati, cartografia delle rotte giornaliere e dei transetti;</p> <p>l) indicazioni di tutte le aree interessate, anche oggetto di autorizzazione diversa dalla presente, che il Proponente intende esplorare con la stessa nave durante la stessa prospezione;</p> <p>m) indicazioni di periodi di fermo biologico della pesca marittima così come stabiliti dal Ministero delle Politiche Agricole e Forestali per le zone di mare interessate dall'attività oggetto del presente parere;</p> <p>n) indicazioni sul periodo di svolgimento dell'indagine sismica da effettuarsi al di fuori dei periodi di deposizione delle uova, di riproduzione e di reclutamento delle principali specie ittiche di interesse commerciale, di massima nel periodo fine autunno/inverno.</p> <p>c) Nell'ambito del citato cronoprogramma il proponente potrà eseguire in</p>

Ambito e fase di applicazione	Aspetti progettuali ed gestionali (<i>ante operam</i>)
	<p>continuo lo sviluppo delle linee sismiche a condizione che la campagna unitaria del <i>survey</i> sismico con uso degli <i>airgun</i> non subisca interruzioni spazio – temporali. In questo caso l'interruzione spazio – temporale dell'energizzazione con gli <i>airgun</i> determinerà la sospensione della campagna unitaria e dovranno trascorrere 12 mesi tra la conclusione dell'indagine sismica di un permesso di ricerca e l'inizio dell'attività di prospezione nel permesso confinante;</p> <p>d) il crono programma dovrà essere trasmesso per conoscenza alle Capitanerie di porto interessate.</p>

Ambito e fase di applicazione	Monitoraggio bioacustico, mitigazioni, altri aspetti progettuali (<i>post operam</i>)
Prescrizione	<p>Compilare un rapporto (in lingua italiana), controfirmato dagli osservatori specializzati di cui alle precedenti prescrizioni, nel quale:</p> <p>a) dovranno essere riportati la data e la localizzazione precisa dell'indagine effettuata (ivi compresi i percorsi seguiti dalla nave), la tipologia e le specifiche degli <i>airgun</i>, il numero e il tipo di imbarcazioni impegnate, la registrazione di tutte le occorrenze di utilizzo dell'<i>airgun</i>, incluse la diminuzione dell'intensità (<i>power-down</i>), l'avvio graduale (<i>soft-start</i>) e la cessazione (<i>shut-down</i>) della sorgente acustica;</p> <p>b) relativamente alle osservazioni dei mammiferi e chelonidi avvenute prima e durante la prospezione, dovranno essere indicate le modalità dell'avvistamento, le specie, il numero di individui, le coordinate, l'ora, le condizioni meteo climatiche e le considerazioni degli osservatori a bordo (MMO);</p> <p>c) dovranno essere accuratamente descritte le eventuali informazioni relative a presenza e attraversamento (o assenza) di aree sensibili quali le ZTB e le relative modalità di spegnimento di attrezzature di sparo;</p> <p>d) dovranno essere accuratamente descritte le informazioni necessarie a</p>

Ambito e fase di applicazione	Monitoraggio bioacustico, mitigazioni, altri aspetti progettuali (post operam)
	<p>consentire al MATTM di verificare l'effettiva adozione delle misure di mitigazioni descritte nelle precedenti prescrizioni.</p> <p>Il suddetto rapporto dovrà essere trasmesso in ottemperanza all'ISPRA entro 30 giorni dal termine delle attività.</p> <p>Il formato dei dati dovrà essere sia cartaceo che elettronico, quest'ultimo compatibile con le specifiche pubblicate sul sito del MATTM.</p>

Allegato 5: linee guida per la gestione dell'impatto di rumore antropogenico sui Cetacei nell'area ACCOBAMS

Il presente documento deriva da: *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 (Pavan, 2011).*

Sezione generale - valida per tutte le attività che generano rumore subacqueo.

- a) Consultare banche dati e bibliografia sulla distribuzione spaziale e stagionale di Cetacei in modo da pianificare e condurre le attività quando e dove è meno probabile incontrare animali e in maniera tale da evitare stagioni o habitat critici. Consultare dati e pubblicazioni relative a precedenti esperienze di mitigazione per uniformare protocolli e formato dati.
- b) In mancanza o insufficienza di dati, organizzare *survey* dedicati e preventivi (da imbarcazioni e/o aeromobili, secondo il caso) e/o attività di monitoraggio attraverso l'uso di strumentazione di rilevazione acustica fissa (boe, bottom recorders, ecc.) per valutare la densità delle popolazioni nell'area prescelta per le operazioni. *Survey* pre e post esperimento sono comunque sempre da incoraggiare data la loro estrema valenza scientifica in questa fase di sviluppo e ricerca sull'impatto del rumore. La durata e modalità dei *survey* va stabilita da personale scientifico competente in materia.
- c) Evitare aree chiave per i Cetacei, aree marine protette e aree chiuse (es. baie, golfi), definire appropriate zone cuscinetto intorno ad esse; considerare possibili impatti di propagazioni a lungo raggio o lungo termine.
- d) Durante la fase di pianificazione dell'evento, tenere conto dell'eventuale concomitanza di altre attività umane potenzialmente rumorose, sia connesse all'evento stesso (es. traffico navale di servizio), sia indipendenti (es. altri eventi, incremento della navigazione da diporto durante la stagione turistica).
- e) Sviluppare banche dati/GIS fra di loro compatibili per costruire in prospettiva un documento di pianificazione completo e condivisibile.

- f) Modellare il campo acustico generato in relazione alle condizioni oceanografiche (profilo di profondità/temperatura, canali acustici, profondità e caratteristiche del fondale, propagazione sferica o cilindrica) e alle caratteristiche della sorgente (frequenza dominante, intensità e direzionalità), per stabilire le distanze di propagazione, e quindi le EZ (*Exclusion Zone*), per le seguenti intensità: 160db re 1 μ Pa, 180db re 1 μ Pa, 190db re 1 μ Pa. In caso di Power Down (vedi sezione pratica lettera e), stabilire anche i raggi di propagazione di 180db re 1 μ Pa e 190db re 1 μ Pa relativi alla potenza ridotta. Ad esempio, un array di X *airgun* può essere ridotto a 1 solo *airgun* attivo a seguito di un *Power Down*, in modo da ridurre la potenza emessa (e il relativo raggio di pericolosità) senza spegnere la sorgente.
- g) Utilizzare sempre la minima potenza della sorgente (es. *airgun*, sonar) utile al conseguimento degli obiettivi.
- h) Verificare in campo, quando possibile, i reali livelli e distanze di propagazione, modificando eventualmente il raggio della Exclusion Zone. Per fare ciò, eseguire una serie di rilevazioni con strumentazione calibrata. Le misure andrebbero ripetute al cambiamento delle condizioni di propagazione. In caso di impossibilità, fare sempre riferimento al modello più conservativo.
- i) Considerare la possibilità di espandere la zona EZ anche oltre il limite dei 180db re 1 μ Pa adottando quella relativa ai 160db re 1 μ Pa nel caso si osservino variazioni comportamentali degli animali presenti al di fuori di essa.
- j) Prevedere un sistema automatico di logging dell'attività della sorgente per documentare l'ammontare di energia acustica prodotta e rendere disponibili queste informazioni agli organi deputati a regolamentare le emissioni acustiche, alla comunità scientifica e al pubblico.
- k) Prevedere l'utilizzo di un software di raccolta e registrazione dei dati di navigazione, condizioni meteo, avvistamenti e contatti acustici. Tale software deve essere il più automatizzato possibile per non distogliere gli MMO dai loro compiti di monitoraggio. Il software dovrebbe inoltre essere in grado di visualizzare geograficamente in tempo reale gli avvistamenti e i contatti acustici inseriti.
- l) Prevedere quale parte integrante delle misure di mitigazione la produzione di report per fornire informazioni sulle procedure applicate, sulla loro efficacia, e per fornire dati di presenza animali da utilizzarsi per alimentare i database già esistenti. Incoraggiare la pubblicazione dei report sulle riviste specializzate.

- m) Allertare, durante le operazioni, le reti per gli spiaggiamenti dell'area di interesse; pianificare, se necessario, attività di monitoraggio addizionale delle coste più vicine.
- n) In caso di spiaggiamenti o avvistamenti di carcasse potenzialmente legati alle operazioni (secondo il giudizio del Responsabile MMO a bordo), interrompere ogni emissione acustica, avvertire le autorità competenti e dedicare ogni possibile sforzo alla comprensione delle cause di morte.
- o) In caso di comportamenti anomali degli animali osservati nelle vicinanze delle operazioni, è facoltà degli MMO di richiedere la cessazione di ogni emissione acustica per determinare la causa del comportamento osservato ed evitare il suo protrarsi.
- p) Oltre che al monitoraggio visivo e acustico, gli MMO sono tenuti a sorvegliare l'applicazione delle regole di mitigazione e la conformità dell'esperimento (es. potenza della sorgente, zona di operazioni) alla Richiesta e relativa Autorizzazione vigente.
- q) Gli MMO fanno riferimento al Referente Nazionale che informa il segretariato ACCOBAMS attraverso report compilati su protocolli standardizzati. Discutere tempestivamente di ogni inaspettato cambiamento e condizione nei protocolli applicati con il Segretariato in collaborazione con il comitato scientifico.
- r) Le linee guida di mitigazione e le relative operazioni di implementazione adottate dovrebbero essere di volta in volta rese pubbliche da tutti i soggetti che si apprestino a svolgere attività rumorose in mare: Pubblici, Privati, Militari.
- s) Gli MMO devono essere personale competente e provvisto di adeguato *background* in materia. In caso di impossibilità di reperire tutto il personale con comprovata esperienza, assicurarsi che almeno la maggior parte di esso lo sia. Per operazioni che coprano le 24h per più giorni consecutivi, il numero minimo di MMO non deve essere inferiore a 5.

Sezione pratica - illustra in dettaglio le procedure da mettere in atto nel corso delle attività.

- a) Assicurare monitoraggio visivo e acustico passivo (PAM *Passive Acoustic Monitoring*) con team specializzati di osservatori e bioacustici al fine di assicurare che non siano presenti Cetacei nella EZ almeno per 30 minuti prima di avviare le sorgenti acustiche (*Ramp Up*, lettera b di questa sezione). 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 (avvistamento durante le ore diurne e acustica 24h)

- b) Nel caso di prima accensione della sorgente (*Ramp up*), essa deve essere attivata alla potenza minima e successivamente incrementata di non più di 6dB ogni 5 minuti fino al raggiungimento della potenza desiderata (NMFS, 2000; NURC, 2009). La EZ (calcolata sul valore massimo operativo della sorgente) deve essere libera da mammiferi marini per almeno 30 minuti precedenti.
- c) Nel caso in cui 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 ricalcolandoli come segue: 30 minuti da quando l'animale è stato visto lasciare la EZ; dopo 15 minuti nel caso in cui gli animali (piccoli Cetacei) spariscano dalla vista e l'ultimo avvistamento sia avvenuto all'interno della EZ (totale 45 minuti dall'ultimo contatto visivo); dopo 30 minuti nel caso in cui gli animali (grandi Cetacei) spariscano dalla vista e l'ultimo avvistamento sia avvenuto all'interno della EZ (totale 60 minuti dall'ultimo contatto visivo).
- d) Nel caso in cui un animale o un gruppo di essi entri o stia per entrare nella EZ di 180dB re 1 μ Pa, l'MMO deve tempestivamente richiedere la diminuzione (*Power Down*; di seguito PD, alla lettera e) dell'intensità della sorgente o la cessazione (*Shut Down*; di seguito SD) della stessa, secondo quanto descritto al punto e).
- e) Il *Power Down* comporta la riduzione della potenza della sorgente al livello minimo iniziale. In caso di *airgun*, per esempio, si mantiene attivo 1 solo *airgun*. Diminuendo la potenza emessa a livello minimo, la EZ di 180dB re 1 μ Pa si riduce di conseguenza. Se gli animali continuano ad avvicinarsi fino a entrare nella nuova EZ, gli MMO richiedono uno *Shut Down*.
- f) Lo *Shut Down* comporta lo spegnimento completo della sorgente acustica.
- g) Dopo un avvistamento con relativo PD o SD, la sorgente può essere riattivata secondo le seguenti procedure:
- o) quando l'animale è stato visto lasciare la EZ;
 - p) nel caso in cui l'animale non sia stato visto lasciare la EZ, dopo 15 minuti dall'ultimo contatto visivo nel caso di piccoli Cetacei e Pinnipedi;
 - q) dopo 30 minuti nel caso di Cetacei di grandi dimensioni.

- h) 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 Ramp Up. Non sono richiesti i 30 minuti di osservazione preventiva nel caso in cui il monitoraggio degli MMO sia proseguito senza interruzione o nel caso in cui la sorgente sia stata mantenuta attiva al livello di intensità iniziale minima dopo un PD.
- i) I Ramp Up durante le ore notturne sono fortemente sconsigliati, date le oggettive difficoltà di rivelazione visiva degli animali. Possono comunque avvenire solo in caso in cui la sorgente non sia mai stata spenta per più di 8 minuti consecutivi.
- j) Prevedere che l'equipaggiamento per il monitoraggio visivo includa idonei binocoli (7x50, almeno uno per operatore in servizio), compresi big eyes (25x150, uno in caso di visione a 360 gradi, due, uno per lato, in caso di visione laterale limitata), da utilizzare secondo il protocollo di monitoraggio, che deve tenere in considerazione la rotazione degli operatori (secondo gli schemi solitamente adottati e accettati).
- k) Registrare ogni avvistamento e contatto acustico con le informazioni geografiche e temporali sia in un file con funzione di archivio che nel programma di log e visualizzazione geografica. Si suggerisce di utilizzare un solo programma che svolga entrambe le funzioni per evitare un doppio carico di lavoro per gli MMO.
- l) Registrare una linea di log ogni mezz'ora riportando i dati geografici, temporali e meteorologici e ogni qual volta si verifichi una variazione delle stesse o un evento degno di nota.
- m) Effettuare il monitoraggio acustico per tutta la durata delle emissioni acustiche attive e, in generale, per il maggior tempo possibile anche quando la sorgente è spenta.
- n) Le registrazioni acustiche andrebbero effettuate per tutto il periodo in cui la sorgente è attiva e comunque per tutto il periodo in cui l'array è in mare e operativo. Le stesse andrebbero conservate per almeno un anno dopo il termine dell'esperimento.
- o) Anche per il monitoraggio acustico, prevedere un software che assista l'operatore nella descrizione del contenuto delle stesse e compilare una linea di log ogni 30 minuti e ogni qual volta si verifichi un evento degno di nota.
- p) Effettuare il monitoraggio acustico con l'ausilio congiunto di cuffie (per la banda audio) e rappresentazione spettrografica full band per le bande infra e ultra soniche.
- q) L'operatore acustico deve essere in contatto sia con il team visual che con i tecnici della sorgente per assicurare la piena sincronia delle operazioni.

- r) Adattare la sequenza di linee di *survey* tenendo conto di ogni prevedibile movimento degli animali all'interno dell'area delle operazioni ed evitando di bloccare rotte di fuga. Nel caso di operazioni in prossimità di golfi e insenature, procedere sempre dall'interno verso l'esterno e mai viceversa.
- s) Le sorgenti ad alta potenza dovrebbero possibilmente essere interrotte durante la notte, durante altri periodi con scarsa visibilità e durante condizioni di trasmissione in superficie favorevole, in quanto il monitoraggio delle EZ risulta compromesso.
- t) Il monitoraggio acustico passivo (PAM) deve essere effettuato con cortine di idrofoni trainati (hydrophone arrays) o con altra idonea tecnologia con larghezza di banda e sensibilità sufficienti a captare le vocalizzazioni nell'intera gamma di frequenze utilizzate dai Cetacei attesi nell'area.
- u) Assicurare almeno due osservatori visual durante le ore diurne e un acustico 24h durante la fase di trasmissione su ogni nave sorgente, nel rispetto dei normali turni di attività/riposo.
- v) Cessare le emissioni ogni volta che all'interno dell'area monitorata siano osservate aggregazioni di specie vulnerabili (quali capodogli o Zifidi).

Sezione speciale- si indicano misure aggiuntive da mettere in atto a seconda del tipo di attività antropica. Per le prospezioni geofisiche si riportano le seguenti, da intendersi in aggiunta alle linee guida generali e alla sezione pratica.

- a) Limitare la propagazione orizzontale adottando idonee configurazioni di arrays e sincronizzazione degli impulsi ed eliminando le componenti in alta frequenza non necessarie.
- b) Applicare misure di mitigazione aggiuntive in aree di acque profonde nel caso di precedenti osservazioni di beaked whales in zona di operazioni o in caso di avvicinamento ad habitat elettivi per *beaked whales* (MacLeod *et al.*, 2006): in questi casi prolungare le osservazioni preventive (alla lettera a della sezione pratica) a 120 minuti in maniera da aumentare la probabilità di rivelazione di specie deepdiver. La situazione ideale vorrebbe, tuttavia, che esercitazioni sonar non venissero condotte in aree di accertata frequentazione da parte di Zifidi.
- c) Incoraggiare lo scambio di dati tra gli operatori in modo da minimizzare la duplicazione di campagne. Incoraggiare, ove possibile, il riutilizzo di vecchi dati da rianalizzare usando nuove tecnologie di signal processing o nuove tecniche di analisi.

Allegato 6: Sintesi delle linee guida *Joint Nature Conservation Committee* (JNCC, August 2010)

Estratto da: *Guidelines for minimizing the risk of injury and disturbance to marine mammals from seismic surveys by the Joint Nature Conservation Committee – JNCC (August 2010)*

Sezione I Valutazione e riduzione del rischio di lesioni ai mammiferi marini.

Fase di pianificazione

Consultare la bibliografia disponibile per determinare la probabilità di incontrare mammiferi marini nell'area interessata e valutare eventuali considerazioni di carattere stagionale da prendere in esame (periodo di migrazione, riproduttivo, etc.).

Quando possibile, pianificare la prospezione in modo da evitare mammiferi marini durante la stagione riproduttiva o durante lo svezzamento.

Munirsi di personale qualificato e con esperienza per ricoprire il ruolo di *Marine Mammal Observer* a bordo nave.

L'attività sismica deve essere svolta durante le ore diurne; tuttavia è ammessa l'operatività durante le ore notturne qualora si disponga di un sistema di monitoraggio acustico passivo.

Cercare di ridurre l'intensità delle emissioni sonore e le alte frequenze del rumore prodotto dagli *airgun*.

Sezione II Gli Osservatori dei Mammiferi Marini – *Marine Mammal Observers* (MMOs).

Si sottolinea l'importanza del ruolo e dell'esperienza degli osservatori a bordo nave. In particolare, si richiede il massimo sforzo di avvistamento Cetacei nei 30 minuti precedenti l'inizio dell'attività con il *soft start*.

Gli MMO sono responsabili anche del reporting a fine attività, che deve necessariamente includere le seguenti informazioni:

- numero identificativo del *survey* sismico;

- data e luogo del *survey*;
- numero e volume di ciascun *airgun*;
- caratteristiche dell'*array* di *airgun*;
- numero e tipo di imbarcazione utilizzate;
- durata del *soft start*;
- problemi incontrati durante il *survey* e/o in caso di avvistamento Cetacei;
- avvistamenti di mammiferi marini (schede standard);
- procedure messe in atto in caso di avvistamenti durante le prospezioni.

Sezione III Prima e durante l'attività sismica.

Almeno 30 minuti prima dell'attivazione della sorgente sismica, l'osservatore a bordo nave (MMO) deve verificare l'assenza di mammiferi marini in un raggio di 500 metri.

In acque profonde ($\geq 200\text{m}$), la ricerca deve essere estesa a 60 minuti in quanto potrebbero essere presenti specie, quali gli Zifidi e il capodoglio, note per compiere immersioni profonde e prolungate. Per consentire una tempistica più adeguata delle operazioni in acque profonde, la ricerca di mammiferi marini può cominciare prima della fine di ciascuna linea sismica (a sorgente sismica ancora attiva). Se un mammifero marino viene avvistato a sorgente sismica attiva, l'osservatore non deve far altro che monitorare la situazione. Il *soft start* all'inizio di ciascuna linea sismica deve essere invece ritardato di 20 minuti qualora mammiferi marini vengano avvistati a sorgente sismica spenta.

Qualora mammiferi marini fossero avvistati all'interno dell'area di sicurezza (500 metri), l'attivazione della sorgente sismica deve essere ritardata fino a quando gli animali risultano allontanati. Agli animali deve essere lasciato il tempo necessario per allontanarsi in seguito all'ultimo avvistamento (almeno 20 minuti). In questo caso, il monitoraggio acustico passivo può essere determinante nel rilevare la presenza di mammiferi marini.

Qualora mammiferi marini vengano avvistati all'interno dell'area di sicurezza a sorgente sismica attiva NON è richiesto lo spegnimento della sorgente del rumore.

Il Soft start

Viene definito come il periodo di tempo in cui gli *airgun* cominciano a sparare in maniera blanda fino al raggiungimento della piena potenza operativa. Per eseguire correttamente un *soft start*:

- Le emissioni sonore devono essere graduali (viene attivato prima l'*airgun* di dimensioni inferiori e mano a mano sono aggiunti gli altri) con un start up a bassa energia che deve protrarsi per almeno 20 minuti in maniera da permettere l'allontanamento dei mammiferi marini presenti nelle vicinanze. Il *soft start* deve essere effettuato ogni volta che vengono attivati gli *airgun* a prescindere dalla presenza di mammiferi marini nell'area.
- Per minimizzare l'introduzione di ulteriore rumore in ambiente marino, il *soft start* non deve essere protratto per più di 40 minuti. Evitare spari oltre quelli strettamente necessari per le normali operazioni.
- Qualora durante il *survey* si fossero interrotti gli spari per un periodo pari o superiore a 10 minuti, prima di riattivare gli *airgun* deve essere effettuata una ricerca di mammiferi marini e un *soft start* completo di 20 minuti. Dopo un'interruzione degli spari, di qualsiasi durata, deve essere effettuato un controllo visivo per assicurarsi dell'assenza di mammiferi marini nel raggio di 500 metri. Qualora fosse rilevata la presenza di un mammifero marino, le operazioni devono essere ritardate come descritto sopra.

Cambio di linea sismica

A seconda del volume degli *airgun* coinvolti e del tempo necessario alla nave per iniziare una nuova linea sismica, si è tenuti ad attuare o meno lo spegnimento della sorgente. Nel caso in cui gli *airgun* continuano a sparare viene aumentato l'intervallo di tempo tra due spari successivi (*Shot Point Interval*).

Sezione IV Monitoraggio acustico

Il monitoraggio acustico deve essere utilizzato per rilevare la presenza di mammiferi marini prima di effettuare la tecnica del *soft start*, soprattutto in aree dove è nota la presenza di specie sensibili difficili da avvistare. Fortemente consigliato come

strumento di mitigazione durante le ore notturne o in condizioni di scarsa visibilità o quando le condizioni meteo marine rendono difficili gli avvistamenti. Tuttavia, risulta essere meno preciso del monitoraggio visivo nel determinare la distanza a cui si trovano i mammiferi marini rispetto all'array di *airgun*.

Hanno partecipato alla redazione del presente Rapporto:

per l'*Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale*: Ezio Amato, Fabrizio Borsani, Salvatore Curcuruto, Luigi Alcaro, Giancarlo Lauriano, Stefano Di Muccio;

per il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare:

Direzione generale per le Valutazioni e Autorizzazioni Ambientali :

Antonio Venditti, Paola Ceoloni.

Direzione generale Protezione della Natura e del Mare che ne ha curato il coordinamento:

Giuseppe Italiano, Oliviero Montanaro, Viviana Vindigni, Irene Di Girolamo, Paolo Galoppini, Roberto Giangreco;

Assistenza Sogesid: Emanuele Lauretti, Eveline Ricca, Enrico Iannuzzi, Massimiliano Ticconi, Antonio Molinari, Roberto Capalbo, Elisa Corvino.

PAGINA BIANCA