

Rapporto 2018

T.E.S.E.O. Tecniche Eco-Sostenibili per la Sismica Esplorativa Offshore



Ministero dello
Sviluppo Economico

DGS - UNMIG
DIREZIONE GENERALE PER LA SICUREZZA ANCHE AMBIENTALE
DELLE ATTIVITÀ MINERARIE ED ENERGETICHE - UNMIG

PREMESSA

Il presente rapporto è realizzato dal Gruppo di esperti, istituito presso la Commissione Tecnica per gli Idrocarburi e le Risorse Minerarie (CIRM), quale organo tecnico della Direzione Generale per la Sicurezza delle attività Minerarie ed Energetiche (DGS UNMIG) del Ministero Sviluppo Economico.

Il Gruppo di Lavoro è costituito da (cfr. nota istituzione protocollo Mise numero 0021925 del 20/09/2017):

- Luigi Sambuelli - Professore Ordinario di Geofisica Applicata presso il DIATI del Politecnico di Torino e Presidente del Gruppo di Lavoro;
- Marcello Strada - Ingegnere chimico ed esperto del settore minerario ed energetico;
- Marcello Iocca - Geologo esperto in valutazioni di impatto ambientale e rappresentante al tavolo europeo su *Best Available Techniques Reference Documents* (BREF) su attività per ricerca e produzione di idrocarburi;
- Ilaria Antoncetti - Geologa e assegnista di ricerca presso l'Università di Milano "Bicocca", Segreteria Tecnica per lo svolgimento dei lavori per conto della DGS UNMIG.

All'interno della nota sopracitata si chiarisce inoltre il mandato da parte del Vice Ministro On. Bellanova (nota protocollo n. 0020509 dell'8 settembre 2017) rispetto agli scopi dell'istituzione del Gruppo:

“Verificare lo stato dell'arte relativo alle migliori tecnologie disponibili per le attività di indagine geofisica per la ricerca e coltivazione di idrocarburi liquidi e gassosi al fine di garantire la massima sostenibilità ambientale delle stesse, producendo entro 6 mesi una relazione in merito”.

A questo scopo il gruppo fin dalla prima riunione ha chiarito l'obiettivo degli incontri ovvero:

“Consegnare entro aprile 2018 una relazione relativa ad una ricognizione dell'esistente per individuare eventuali gap conoscitivi da colmare in relazione alla mitigazione degli impatti ambientali delle tecniche per i rilievi sismici in mare che prevedono l'utilizzo dell'Airgun”.

Il presente rapporto è stato redatto con il supporto tecnico di:

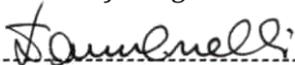
- Francesco Ciccone - assegnista di ricerca presso Consiglio Nazionale delle Ricerche – ISMAR.

Inoltre, per la redazione del presente rapporto sono stati intervistati esperti nazionali di diversa affiliazione:

- Pietro Cavanna: Presidente del settore idrocarburi di Assomineraria;
- Davide Calcagni: Vice presidente operazioni e servizi di geologia e geofisica ENI;
- Carmine Silenziario: Manager della società Schlumberger;
- Franco Coren: Direttore della sezione Esplorazione dell'Istituto di Oceanografia e Geofisica;
- Mauro Coltelli: Ricercatore presso Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia;
- Gianni Pavan: Professore presso il Centro Interdisciplinare di Bioacustica e Ricerche Ambientali (CIBRA) – Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente dell'Università di Pavia;
- Daniela Silvia Pace: Biologo Marino, Dipartimento di Biologia Ambientale dell'Università "La Sapienza" di Roma;
- Sandro Mazzariol: Medico Veterinario, Patologo forense dell'Università degli studi di Padova;
- Pini Alfredo: Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale – (ISPRA);
- Bellomo Barbara: Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale – (ISPRA).

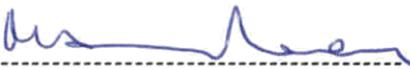
Il Presidente Del Gruppo Di Lavoro T.E.S.E.O.

Prof. Luigi Sambuelli



I membri del Gruppo di Lavoro T.E.S.E.O.

Dott. Marcello Iocca



Ing. Marcello Strada



Dott.ssa Ilaria Antoncecchi



INDICE

PREMESSA	2
INDICE	4
1. INTRODUZIONE	5
2. OBIETTIVI E METODOLOGIA DI LAVORO	9
3. INQUADRAMENTO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	12
INTERNAZIONALE	12
NAZIONALE	22
ISTANZA CONFERIMENTO dei TITOLI MINERARI (permessi di prospezione, permessi di ricerca, concessioni di coltivazione).....	27
Conferimento del Titolo	27
Procedure di VIA.....	28
Autorizzazione UNMIG	30
ISTANZA PER CAMPAGNA DI RICERCA SCIENTIFICA IN MARE.....	32
4. INQUADRAMENTO SCIENTIFICO/TECNOLOGICO	34
SVILUPPO TECNOLOGIE E TECNICHE PER L'ACQUISIZIONE SISMICA.....	34
CONSIDERAZIONI SUI MODELLI ACUSTICI DEL MARE.....	41
OPPORTUNITÀ TECNOLOGICHE ANCORA IN FASE PROGETTUALE	42
5. CONOSCENZE DEGLI IMPATTI SUI MAMMIFERI	43
6. ATTIVITA' DI ESPLORAZIONE SISMICA A SCOPI COMMERCIALI	49
INTERNAZIONALE	49
NAZIONALE	56
7. ATTIVITA' DI ESPLORAZIONE SISMICA A SCOPO SCIENTIFICI	72
8. PRESCRIZIONI RELATIVE ALLE PROCEDURE DI VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE	73
VIA - QUADRO PRESCRITTIVO - PERMESSO DI RICERCA E PERMESSI DI PROSPEZIONE GEOFISICA A MARE PRIMA DELL'AVVIO DEL PROGRAMMA DI RICERCA:.....	73
AI TERMINE DEL PROGRAMMA DI PROSPEZIONE.....	77
PRESCRIZIONI DEL MINISTERO DEI BENI E DELLE ATTIVITÀ CULTURALI E DEL TURISMO	77
9. CONSIDERAZIONI FINALI	79
10. BIBLIOGRAFIA	83
11. SITOGRAFIA	92

1. INTRODUZIONE

Garantire la sicurezza delle attività economiche nei mari italiani, in particolare quella del settore della ricerca e produzione di idrocarburi, è l'obiettivo prioritario per assicurare uno sviluppo economico sostenibile nell'ambito delle attuali politiche nazionali volte a gestire la transizione verso la decarbonizzazione e il mix energetico (SEN 2017), nonché dei più recenti indirizzi europei, quali l'adozione di una "Strategia Marina"¹, la "Pianificazione degli Spazi Marittimi"² e la "Crescita Blu"³.

Tale quadro deve infatti presupporre una continua ricerca scientifica per l'aggiornamento delle conoscenze e, conseguentemente, l'adozione delle migliori tecniche esistenti per lo svolgimento delle attività (per il settore dell'esplorazione di idrocarburi un aumento delle conoscenze relative a nuove tecnologie per i rilievi sismici in mare).

Il Ministero Sviluppo Economico, tramite la DGS UNMIG, ha sempre posto grande attenzione al tema della sicurezza delle attività minerarie ed energetiche, ponendosi spesso come capofila nel settore anche a livello europeo ed internazionale.

In particolare, nel corso degli anni sono state intraprese numerose iniziative finalizzate a garantire le migliori condizioni di sicurezza. La più recente e importante tra queste è stata il recepimento della Direttiva 2013/30/UE per la "sicurezza offshore" attraverso il D.lgs. 145/2015 e la costituzione del "Comitato Offshore"⁴.

È importante riportare che, proprio ai sensi del art. 25 comma 3 del D.lgs. 145/2015 si prevede che *"Il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, anche avvalendosi dell'ISPRA, trasmette annualmente alle Commissioni parlamentari competenti un rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'Airgun"*.

Inoltre, a partire dal recepimento della Direttiva 30/2013/UE, le funzioni di assegnazione dei titoli minerari e di sicurezza in Italia sono state separate, garantendo la massima trasparenza delle procedure. In particolare, la DGS UNMIG ha preservato le piene competenze nell'ambito del controllo, della vigilanza delle attività minerarie ed energetiche e conserva come obiettivo quella di garantire i massimi livelli di sicurezza.

¹ Direttiva 2008/56/EC recepita in Italia con D.lgs. 190/2010

² Direttiva 2014/89/EU recepita in Italia con Decreto legislativo 17 ottobre 2016, n. 201

³ Lo scopo principale della Blue Growth è quello di garantire una crescita economica socialmente equa e sostenibile creando blue jobs e favorendo la transizione economica da vecchi a nuovi modelli.

⁴ Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 27 settembre 2016 in attuazione art. 8, comma 6, del D.lgs. n. 145/2015 recente "modalità di funzionamento del Comitato e delle sue articolazioni territoriali"

Proprio considerando queste competenze e la missione della DGS UNMIG, orientata ad un costante miglioramento delle condizioni di sicurezza, la Direzione ha recepito la richiesta del Vice Ministro, di verificare lo stato dell'arte relativo alle migliori tecniche disponibili per le attività di indagine geofisica per la ricerca e coltivazione a mare di idrocarburi liquidi e gassosi, al fine di garantirne la massima sostenibilità ambientale, producendo entro 6 mesi una relazione in merito.

Quindi, in data 20 settembre 2017, è stato istituito il Gruppo di Lavoro di esperti per la definizione di "tecniche eco-sostenibili per l'esplorazione sismica offshore" (da qui in poi denominato "T.E.S.E.O."), nell'ambito dell'organo tecnico della DGS UNMIG, denominato "Commissione per gli Idrocarburi e le Risorse Minerarie -CIRM".

Il presente Rapporto costituisce il risultato finale delle attività del Gruppo di lavoro T.E.S.E.O., condotte a partire da settembre 2017.

L'oggetto dell'analisi delle tecniche di indagine geofisica del presente rapporto riguarda esclusivamente quelle eseguite attraverso il metodo della sismica a riflessione, la tecnica largamente più utilizzata dall'industria petrolifera per lo studio del sottosuolo.

Nella sismica a riflessione a mare, la sorgente di energia più utilizzata per generare l'impulso acustico è l'Airgun. L'impiego di questo metodo di energizzazione è molto diffuso nel mondo, risultando al momento il miglior compromesso disponibile, sia in termini tecnici che ambientali, rispetto ad altre sorgenti di energia. In ragione della sua diffusione esiste una vasta letteratura a livello internazionale, che oltre a testimoniare il progressivo sviluppo tecnologico raggiunto nell'uso dell'Airgun, affronta anche la questione degli impatti generati dal suo impiego sull'ecosistema marino in generale, e sui mammiferi marini in particolare.

Ai fini del presente studio, si è deciso di non entrare approfonditamente nella descrizione del principio di funzionamento e del metodo di impiego dell'Airgun, e degli impatti da esso generati, poiché questo genere di informazioni, facilmente reperibili in rete, costituiscono le premesse tecniche e conoscitive a partire dalle quali è stato sviluppato lo studio.

In merito alla tecnica di esplorazione sismica con l'utilizzo dell'Airgun, è necessario partire da due considerazioni fondamentali:

1. il campo di studio è ampiamente disciplinato da linee guida internazionali (come riportato nei successivi paragrafi, JNCC e ACCOBAMS), che prevedono l'adozione di protocolli operativi e di misure specifiche, volte alla mitigazione degli impatti sui

mammiferi marini associati all'esecuzione di una campagna di prospezione geofisica. Tuttavia l'adozione in Italia di dette linee guida, in particolare delle linee guida ACCOBAMS (*Agreement on the Conservation of Cetaceans of the Black Sea, Mediterranean Sea and contiguous Atlantic area*), organizzazione internazionale di cui l'Italia è paese membro e firmatario dell'accordo, non è obbligatoria *ex lege*, ma deriva dall'impegno sottoscritto dal nostro paese con la firma dell'accordo stesso ed è stabilita, di prassi, nell'ambito del quadro prescrittivo stabilito nell'ambito della procedura di Valutazione di Impatto Ambientale, cui questa tipologia di progetti è sottoposta (cfr. Capitolo 3);

2. la tecnica di esplorazione sismica a riflessione necessita, in generale, di utilizzare alte potenze ed adeguate lunghezze d'onda, poiché rocce e terreni agiscono comunque come attenuatori e come un filtro passa basso sul segnale immesso. In sostanza, per raggiungere gli obiettivi della ricerca è indispensabile immettere adeguate energie in adeguate bande di frequenza nella colonna d'acqua. Inoltre, il progressivo impiego sistematico dell'acquisizione sismica 3D produce un miglioramento dell'immagine sismica del sottosuolo, e quindi l'ottimizzazione della ricerca con conseguenti benefici, anche ambientali.

Questi due presupposti hanno portato alla enucleazione, nel corso dei lavori, di due principi chiave sottesi alla stesura del presente rapporto:

- COMPROMESSO OTTIMALE E RICERCA ECO-FRIENDLY, ovvero focalizzare l'attenzione su soluzioni idonee al raggiungimento degli obiettivi di ricerca (commerciale e scientifica) e la minimizzazione degli impatti generati. In particolare, adottare accorgimenti e misure idonee per rendere la ricerca in mare sostenibile;
- INDUSTRIA PROATTIVA, ovvero promuovere azioni per la mitigazione degli effetti sui mammiferi marini, incentivando lo sviluppo di nuove tecnologie a supportando gli studi di carattere ambientale. Questo è possibile solo attraverso una sinergia industria/comunità scientifica (volta a sviluppare la comunicazione tra gli operatori), al fine di colmare, in modo omogeneo, il gap di informazioni sulle popolazioni di mammiferi nei mari italiani.

Arrivare a soddisfare questi principi significherebbe raggiungere un livello di gestione di questi sistemi e dei loro impatti sicuramente all'avanguardia nel panorama internazionale. Questo emerge anche dalla partecipazione ai tavoli della Commissione Europea sul tema delle *Best Available Techniques Reference Document*, relativi ad attività di ricerca e produzione di

idrocarburi, in cui la sismica a riflessione con Airgun non è considerata fra i maggiori temi di discussione, poiché le linee guida sopra citate costituiscono di per sé il migliore riferimento che l'industria può oggi adottare come strumento per la mitigazione degli impatti sui mammiferi marini.

Nonostante l'Airgun rappresenti la tecnologia migliore ad oggi esistente, il gruppo di lavoro T.E.S.E.O. ritiene che sia possibile indirizzare le ricerche scientifiche e industriali verso nuove soluzioni da testare e validare per mitigarne gli effetti. Proprio a questo scopo, nel presente rapporto saranno prese in esame anche le tecnologie emergenti, cioè non ancora rese disponibili commercialmente o comunque in fase progettuale.

2. OBIETTIVI E METODOLOGIA DI LAVORO

La finalità dell'attività del Gruppo di Lavoro (GdL) è quella di assicurare che i progetti di esecuzione delle campagne di prospezione geofisica in mare, che utilizzano il sistema della sismica a riflessione con l'impiego dell'Airgun, prevedano l'adozione delle migliori tecniche disponibili e vengano svolte secondo le migliori pratiche operative, volte a minimizzare gli impatti sull'ecosistema marino ed in particolare sui mammiferi marini.

A tale scopo, il GdL ha fissato degli obiettivi specifici volti a individuare eventuali *gap* conoscitivi, in relazione alla mitigazione degli impatti ambientali delle tecniche per i rilievi sismici in mare che prevedono l'utilizzo dell'Airgun. In particolare, gli obiettivi specifici individuati sono:

1. eseguire una ricognizione sulla tecnologia dell'Airgun utilizzata correntemente in Italia e all'estero, sia per scopi commerciali che di ricerca;
2. eseguire una ricognizione dell'evoluzione tecnologica dell'Airgun o delle eventuali nuove tecniche alternative emergenti;
3. acquisire lo stato della conoscenza in campo scientifico sugli effetti delle sorgenti acustiche sulle specie di mammiferi marini e sulle loro popolazioni, nonché informazioni sulla loro distribuzione nei mari italiani;
4. acquisire informazioni circa la completezza e l'efficacia delle misure di mitigazione degli impatti previste nei decreti di compatibilità ambientale (VIA) relativi a progetti di esecuzione di campagne di prospezione geofisiche;
5. acquisire informazioni sulle tecniche e sulle pratiche operative adottate dall'industria petrolifera in Italia e nel contesto europeo e mediterraneo, nonché sulle prospettive e sugli orientamenti dell'industria per la riduzione degli impatti acustici;
6. acquisire informazioni circa le modalità di esecuzione delle campagne di prospezione geofisica condotte dagli enti di ricerca, e lo stato della ricerca condotta dagli stessi in merito alla problematica dell'impatto acustico.

Da un punto di vista pratico, il Gruppo di Lavoro T.E.S.E.O. ha pertanto previsto un'attività volta ad approfondire i temi su diversi fronti, promuovendo incontri mensili con rappresentanti degli enti di ricerca, della comunità scientifica e dell'industria.

In aggiunta alle "interviste" e ai panel di discussione sono stati inoltre analizzati:

- i principali aspetti tecnici e normativi legati alla ricerca in mare con Airgun;

- i programmi lavori delle istanze di esplorazione in mare presentate dalle società nel corso degli ultimi anni alla DGS UNMIG.

Questo al fine di individuare eventuali carenze nella presentazione dei programmi lavoro e di effettuare una *gap analysis*, sulla base delle informazioni fornite dagli operatori e gli standard operativi emersi dalle attività del GdL. Tale ricognizione è stata estesa anche alle stesse attività di esplorazione condotte al di fuori dei mari italiani (nel Mar Mediterraneo e nel Mare del Nord). Come chiarito nei paragrafi successivi, le metodologie utilizzate per diverse aree geografiche, pur nel rispetto dei principi internazionali per la mitigazione degli impatti ambientali, si differenziano in base alla regolamentazione dello Stato competente (avente cioè giurisdizione sullo spazio marino interessato).

Sono state inoltre analizzate le prescrizioni stabilite nei decreti VIA alle società proponenti, al fine di individuare i criteri e le modalità di intervento previste per la mitigazione degli impatti e per il monitoraggio ambientale. Di seguito viene fornito il cronoprogramma delle attività svolte (Fig. 2.1).

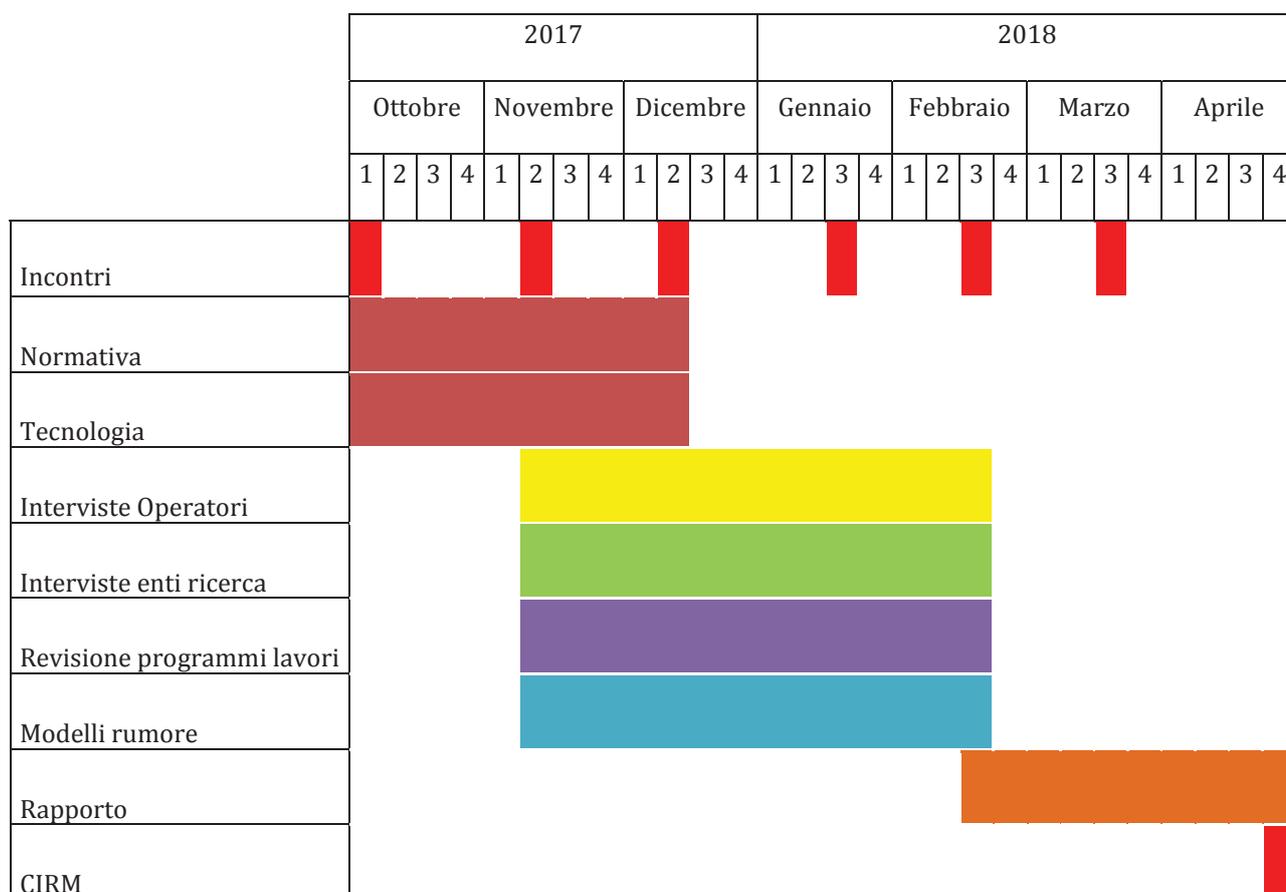


Fig. 2.1 Cronoprogramma delle attività svolte dal Gruppo di lavoro T.E.S.E.O. da ottobre 2017 ad aprile 2018.

A titolo riepilogativo, dal momento della sua istituzione il gruppo si è riunito 6 volte nelle date:

- 4 ottobre 2017;
- 10 novembre 2017;
- 15 dicembre 2017;
- 26 gennaio 2018;
- 23 febbraio 2018;
- 23 marzo 2018.

Per l'espletamento delle attività del Gruppo, la DGS UNMIG ha messo a disposizione un cloud contenente gli atti formali del mandato, le pubblicazioni e la bibliografia necessaria, i dati dei programmi lavori e le relative valutazioni di impatto ambientale.

I verbali delle riunioni sono stati approvati e divulgati a tutti i partecipanti.

Inoltre, come già precedentemente sottolineato, i lavori del Gruppo T.E.S.E.O. arrivano a valle della pubblicazione del rapporto *ISPRA 2017 "Secondo rapporto sugli effetti per l'ecosistema marino della tecnica dell'Airgun"*⁵, pertanto la presente relazione ha tenuto in debito conto le informazioni e le risultanze del lavoro ISPRA, allo scopo di integrarne le parti relative agli aspetti specifici di competenza della DGS e di questo ministero in generale.

La relazione del gruppo T.E.S.E.O. intende integrare tale rapporto con le informazioni derivanti dal settore dell'esplorazione di idrocarburi, soprattutto dal punto di vista delle conoscenze tecnologiche e procedurali.

⁵ ISPRA dicembre 2017 redatto ai sensi dell'art. 25, comma 3, del D.lgs. n. 145/2015

3. INQUADRAMENTO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

INTERNAZIONALE

L'utilizzo dell'Airgun per la sismica a riflessione interessa due diverse aree tematiche:

- le attività di ricerca di risorse minerarie nel sottosuolo;
- le attività di ricerca scientifica.

Come noto, il principale riferimento giuridico del Diritto internazionale del Mare è l'UNCLOS⁶ ratificato dall'Italia con la Legge n. 689/1994.

L'UNCLOS definisce gli aspetti regolatori nell'ambito degli spazi marini, ed in particolare la piena giurisdizione dello Stato membro sulle attività nella propria piattaforma continentale⁷ o nella eventuale Zona Economica Esclusiva⁸, che si ricorda non essere mai stata istituita dall'Italia. Le attività di esplorazione e produzione delle risorse minerarie sono trattate nella prima parte del Documento UNCLOS (in particolare nella PARTE VI relativa alla regolamentazione della piattaforma continentale), mentre le ricerche scientifiche sono trattate nella PARTE XIII.

Le attività di esplorazione e produzione di risorse minerarie di sottosuolo in mare e di ricerca scientifica rientrano nella specifica regolamentazione dello Stato membro, che ne disciplina l'utilizzo attraverso Leggi e Decreti secondo la normativa nazionale. In Italia, l'attività di esplorazione e produzione di risorse minerarie è regolamentata dal Ministero dello Sviluppo Economico, l'attività di ricerca scientifica dal Ministero della Istruzione, Università e Ricerca, mentre gli aspetti di protezione ambientale sono regolamentati dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

⁶ UNCLOS - United Nation Convention on the Law of the Sea - 10 December 1982

⁷ Art. 76 Parte VI UNCLOS *“Per piattaforma continentale si intende attualmente l'area sottomarina che si estende al di là delle acque territoriali, attraverso il prolungamento naturale del territorio emerso, sino al limite esterno del margine continentale, o sino alla distanza di 200 miglia dalle linee di base, qualora il margine continentale non arrivi a tale distanza”.*

⁸ la ZEE comprende la colonna d'acqua sovrastante il fondo del mare e si estende al di là del mare territoriale, non oltre le 200 miglia marine dalle linee di base. La ZEE deve essere formalmente proclamata nei confronti della comunità internazionale. Nel Mediterraneo i Paesi che hanno istituito proprie ZEE sono: Egitto, Cipro, Libano, Siria, Tunisia, e Israele, mentre è in via di istituzione la ZEE Greca (pag. 110 “IL MARE” – seconda edizione revisionata e ampliata – Ministero Sviluppo Economico, marzo 2015).

L'Italia si trova in una posizione geografica centrale del bacino del Mediterraneo e la piattaforma continentale⁹ italiana si estende per circa 560.000 km², i cui confini sono definiti da accordi internazionali con gli Stati transfrontalieri o da Modus Vivendi ai sensi del Diritto internazionale del Mare –UNCLSO¹⁰ (Fig. 3.1).

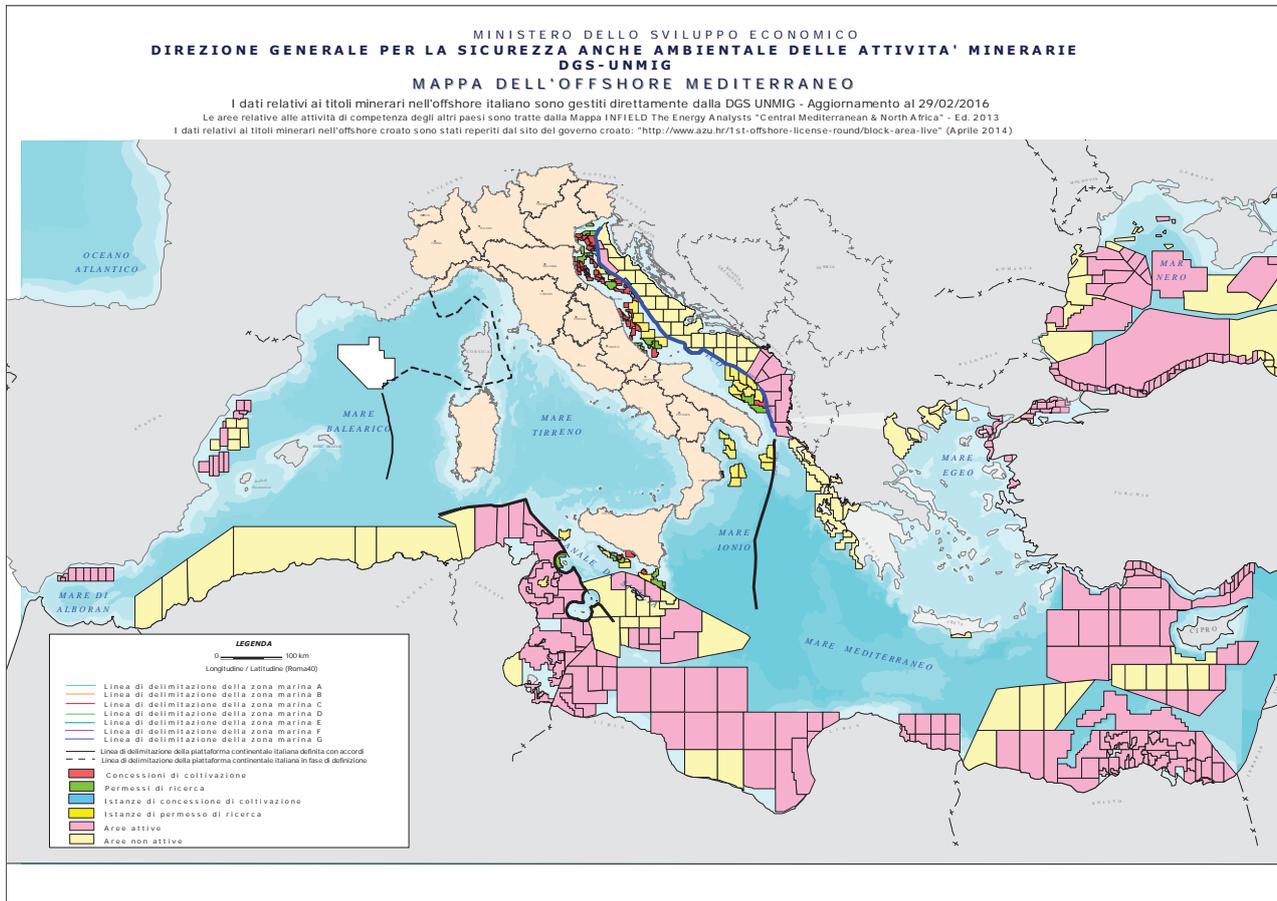


Fig. 3.1 – Aree aperte alle attività di esplorazione e produzione di idrocarburi nel mar Mediterraneo - redatta dal Ministero Sviluppo Economico, DGS UNMIG, Ufficio Cartografia sulla base di Cartografia IHS.

Alcuni degli Stati che si affacciano sul Mare Mediterraneo hanno una regolamentazione in materia di ricerca e coltivazione di idrocarburi che prevede l'assegnazione di porzioni di piattaforma continentale (blocchi), tramite procedura di gara (Bid round) a società interessate a svolgere attività di esplorazione e ricerca di idrocarburi. In alcuni casi, i governi hanno scelto di procedere con il lancio delle gare sulla base di dati sismici acquisiti

¹⁰ Croazia – Italia: accordo ratificato con D.P.R. del 22 maggio 1969, n. 830 e con Legge del 14 marzo 1977, n. 73
Tunisia – Italia: accordo ratificato con Legge del 3 giugno 1978, n.347
Grecia – Italia: accordo ratificato con Legge del 23 marzo 1980, n.290
Albania – Italia: accordo ratificato con Legge del 12 aprile 1995, n.147
Spagna – Italia: accordo ratificato con Legge del 3 giugno 1978, n.348
Francia – Italia: convenzione del 28 novembre 1986
Malta – Italia: Modus Vivendi 29 aprile 1970

preventivamente mediante campagne di prospezione anche molto estese (migliaia di Km²), definite MC (*Multi Client*) o SPEC (*Speculative*), che spostano la proprietà del dato dagli operatori O&G agli operatori Sismici, favorendo una maggiore conoscenza “a priori” delle caratteristiche geologiche dell’area interessata ai fini esplorativi, e con una parziale riduzione del costo unitario del dato sismico (il dato può essere venduto a più soggetti interessati).

In Italia, l’attività di ricerca prevede il conferimento di un titolo minerario su un’area individuata dal richiedente nelle zone appositamente istituite tramite Decreto Ministeriale del Ministero Sviluppo Economico, e ha il vincolo del rispetto di limiti areali e di proporzioni secondo le Leggi in vigore.

Rispetto ad una superficie complessiva del Mar Mediterraneo di 2,5 M km², il 30,5% della superficie è resa disponibile dagli Stati a società petrolifere per lo svolgimento di attività di ricerca e produzione di idrocarburi (dato IHS, 2017). In particolare, l’Italia ricopre il 5,6 % della superficie totale del Mar Mediterraneo con istanze di ricerca e coltivazione di idrocarburi (non ancora assegnati), e titoli minerari vigenti (permessi di ricerca e concessioni di coltivazione) (Grafico 3.1).

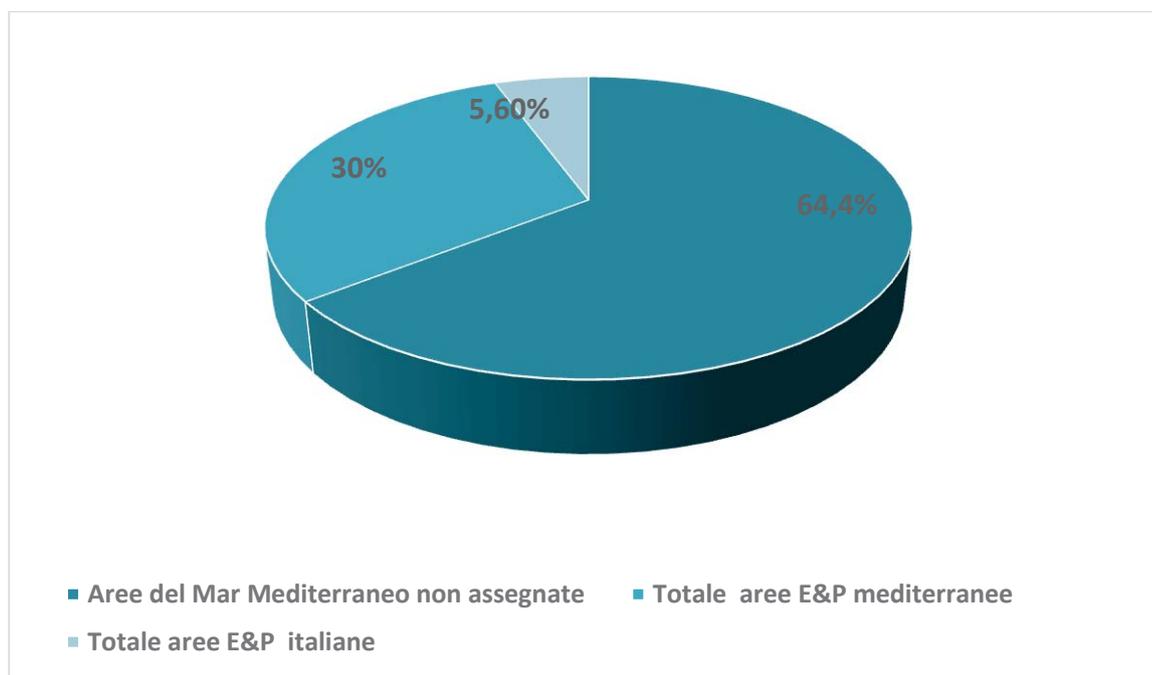


Grafico 3.1 Aree disponibili per attività E&P rispetto all’estensione del Mar Mediterraneo (dati IHS).

Delle aree rilasciate in permessi e in concessioni, solo una piccola parte è poi effettivamente interessata dalla presenza di giacimenti minerari coltivabili di cui siano riconosciute le riserve producibili e che siano poi autorizzate alla produzione.

Inoltre, è da considerare che molte aree sono sottoposte a vincoli ambientali riconosciuti, sulla base di comprovate peculiarità della fauna e della flora marine presenti, e nelle quali quindi le attività minerarie sono sottoposte a specifiche prescrizioni. Dopo le modifiche al D.L. 152/2006 con D.lgs. 83/2012, sono inoltre vietate le nuove attività entro le dodici miglia nautiche dalle aree marine protette e costiere, fatti salvi i procedimenti in corso.

Ad ulteriore tutela dell'ambiente, contribuiscono inoltre le linee guida internazionali sulla mitigazione degli effetti sui mammiferi marini dell'attività di ricerca *offshore*, attraverso l'implementazione di alcune misure cautelative ritenute internazionalmente come buone pratiche. Di queste le più conosciute sono:

- Linee guida per affrontare l'impatto del rumore antropogenico sui cetacei nell'area ACCOBAMS¹¹ del 2006 (Resolution 4.17, 2006; Pavan, 2007; Pavan et al, 2011);
- Linee Guida JNCC¹² per minimizzare il rischio di lesioni e disturbi ai mammiferi marini da rilievi sismici" del 2017.

L'accordo sulla conservazione dei cetacei del Mar Nero, del Mar Mediterraneo e dell'area atlantica contigua (ACCOBAMS) è uno strumento di conservazione legale basato sulla cooperazione. È il primo accordo sulla conservazione dei cetacei che lega i paesi di queste sotto-regioni, consentendo loro di lavorare insieme. È stato creato sotto gli auspici della Convenzione di Bonn (UNEP / CMS) ed è il risultato della consultazione tra i Segretariati di quattro Convenzioni (<http://www.cms.int/en/legalinstrument/accobams>):

- Convenzione di Barcellona, per la protezione dell'ambiente marino e della regione costiera del Mediterraneo e il suo protocollo relativo alle aree specialmente protette e alla diversità biologica nel Mediterraneo;
- Bonn Convention on Conservation of Migratory Species of Wild Animals;
- Convenzione di Berna, per la conservazione della fauna e degli habitat naturali europei;
- Convenzione di Bucarest sulla protezione del Mar Nero dall'inquinamento;

¹¹ Agreement on the Conservation of Cetaceans in the Black Sea, Mediterranean Sea and Contiguous Atlantic Area

¹² Joint Nature Conservation Committee 2017

- ACCOBAMS è stato firmato il 24 novembre 1996 ed è entrato in vigore il 1 ° giugno 2001. Il Segretariato Permanente è ospitato dal Principato di Monaco attraverso un accordo di quartier generale.

L'area dell'accordo ACCOBAMS comprende tutte le acque marittime del Mar Nero, del Mediterraneo e l'area atlantica attigua a ovest dello Stretto di Gibilterra. L'Area comprende il Santuario Pelagos dedicato ai mammiferi marini nel Mediterraneo nord-occidentale, e istituito da Francia, Italia e Monaco. L'estensione dell'ambito geografico dell'area ACCOBAMS alle zone economiche esclusive di Spagna e Portogallo è stata adottata nel 2010. Nel gennaio 2014, 23 paesi dell'area ACCOBAMS erano parti dell'accordo (Fig. 3.2).

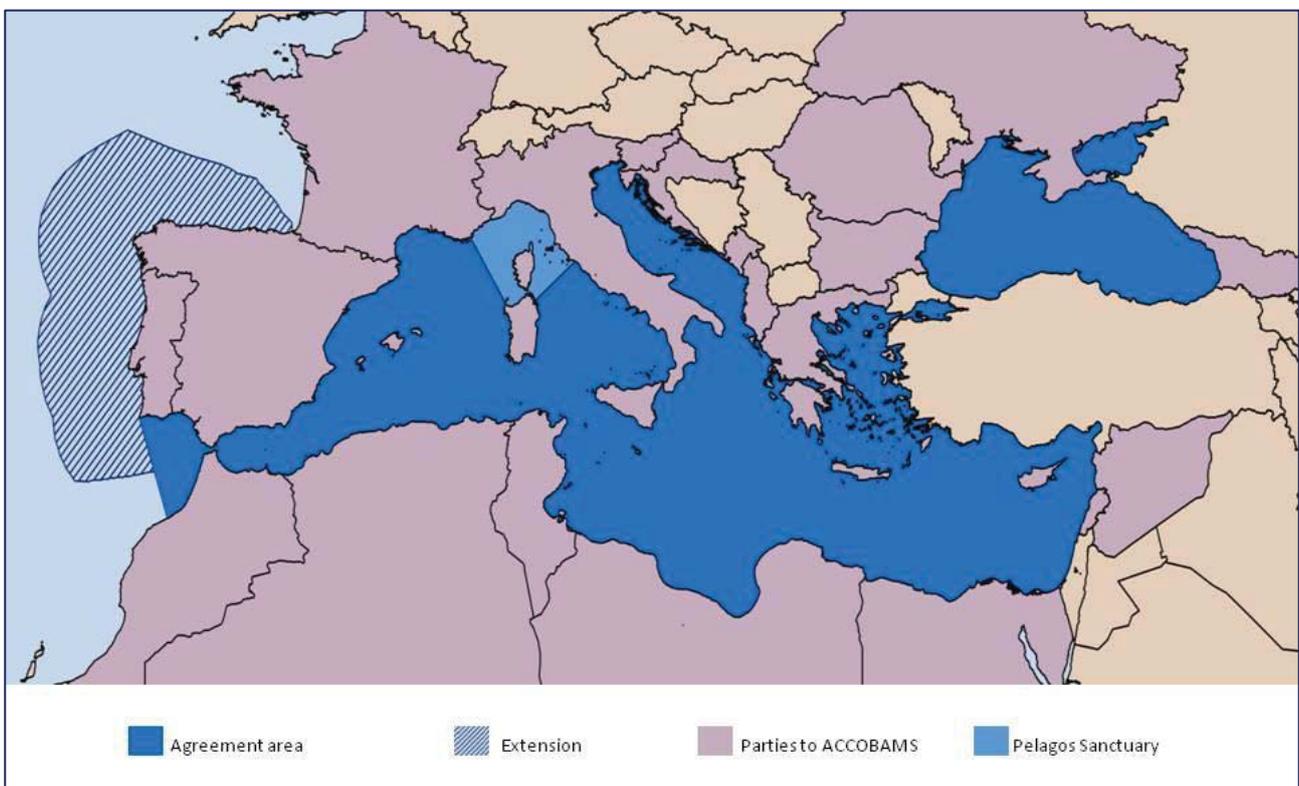


Fig. 3.2 Aree dell'accordo ACCOBAMS e sue estensioni, Paesi firmatari e estensioni (www.accobams.org).

Facendo riferimento alle Linee Guida per affrontare l'impatto del rumore antropogenico sui cetacei nell'area ACCOBAMS (Resolution 4.17, 2006; Pavan, 2007; Pavan et al., 2011) è opportuno evidenziare che il documento è suddiviso in varie sezioni con linee guida specifiche per diverse attività in mare, in particolare, oltre una prima parte di carattere generale, per:

- sonar di grande potenza (militari e civili);

- rilievi sismici e l'utilizzo dell'Airgun;
- lavori costieri e di costruzione in mare;
- piattaforme in mare;
- esperimenti di esposizioni al suono;
- la navigazione marittima;
- altri casi di mitigazione.

Le linee guida ACCOBAMS prevedono una serie di attività volte alla mitigazione degli impatti delle sorgenti acustiche di elevata potenza, continue ed impulsive, sia attraverso una corretta pianificazione, sia attraverso l'adozione di specifici protocolli operativi con MMO (*Marine Mammals Observer*) e PAM (*Passive Acoustic Monitoring*; Pavan et al., 2011). Le linee guida prescindono dalla natura (con airgun o altre sorgenti) e dagli obiettivi (ricerca o esplorazione a fini commerciali/industriali) delle prospezioni sismiche, e suggeriscono la modellazione della propagazione del rumore al fine di definire la zona di esclusione (*Exclusion Zone, EZ*) in funzione di batimetria, tipo di fondale e profilo velocimetrico delle aree designate. Le linee guida, inoltre, suggeriscono l'opportunità di condurre campagne di studio dei mammiferi marini prima e dopo un *survey* sismico; questo tipo di approccio solo recentemente è stato recepito dall'Italia con le nuove procedure VIA (Fossati et al., 2017).

Il testo della Linee Guida della JNCC, invece, intende fornire delle indicazioni per tutte le attività che attraverso l'immissione di rumore in mare, possono determinare effetti negativi per i mammiferi. In particolare, nel documento JNCC 2017 vengono individuate delle *best practice* come misure di mitigazione per ridurre il rischio di lesioni intenzionali ai mammiferi marini e come procedure per le attività geofisiche all'interno della piattaforma continentale del Regno Unito (UKCS). Il documento prevede:

- valutazione e minimizzazione del rischio di lesioni durante la fase di pianificazione del rilievo sismico;
- descrizione di dettaglio delle attività degli operatori MMO (ruolo, requisiti di addestramento, equipaggiamento e tipo di relazione da inviare al JNCC a fine rilievo);
- definizione della procedura di monitoraggio che gli MMO devono applicare prima e durante l'attività sismica (requisiti e modalità di attuazione del soft-start per il rilievo in loco o profilatura sismica verticale (VSP) e per l'Airgun);

- conduzione di attività di monitoraggio acustico, attraverso l'utilizzo di sistemi di rilevazione passiva e la presenza di operatori PAM come strumento di mitigazione.

Così come riportato nel testo in premessa della JNCC si evidenzia che *“queste linee guida sono state originariamente scritte pensando all'industria petrolifera e del gas ma dal loro concepimento l'uso di tecnologie geofisiche da parte di altre industrie marine è sicuramente aumentato. Qualunque indagine geofisica che possa provocare potenziale lesioni ai mammiferi marini deve applicare le misure di mitigazione delineate nei presenti indirizzi (o un'alternativa opportunamente condivisa con l'Autorità competente). L'efficacia di queste Linee Guida JNCC non è completamente testata e quindi è opportuno far notare che molte prescrizioni si basano su ipotesi ragionevolmente prudenti. Si ritiene che la conformità con queste linee guida costituisca la migliore pratica e, nella maggior parte dei casi, ridurrà il rischio di lesioni ai mammiferi a livelli trascurabili”*.

È inoltre importante riportare che per il quinquennio 2016-2021, l'*International Union for Conservation of Nature (IUCN)*, attraverso la *Marine Mammal Protected Area Task Force (MMPATF)*, sta implementando uno strumento per identificare a livello globale le aree maggiormente rilevanti per i mammiferi marini, al fine di incrementare il livello di attenzione e protezione per queste specie chiave per l'ecosistema marino. (Fig. 3.3).

Attraverso un processo basato sul coinvolgimento degli esperti, lo strumento permette di identificare porzioni di habitat importanti per i mammiferi marini (IMMAs), che rappresentano una potenziale risorsa da individuare e gestire ai fini della conservazione. Sono aree che presentano caratteri significativi, tanto da meritare protezione e/o monitoraggio, e possono essere viste come degli indicatori della biodiversità e della salute degli ecosistemi che i governi, le organizzazioni intergovernative, i gruppi di conservazione e tutti gli *stakeholders* devono prendere in considerazione.

Pertanto, l'obiettivo ultimo dell'individuazione delle IMMA è quello di facilitare un utilizzo antropico sostenibile del mare in queste aree, garantendone al contempo la conservazione della biodiversità marina. Indicando la presenza di aree marine di particolare valore ecologico, le IMMA hanno anche la funzione di promuovere la conservazione di uno spettro molto più ampio di specie, biodiversità ed ecosistemi, ben oltre lo specifico ambito di conservazione dei mammiferi marini.

Il programma IMMA si realizza in sei regioni marine¹³ (Mediterraneo, isole del Pacifico, Oceano Indiano nord-orientale e mari del Sud-Est asiatico, Oceano Indiano Occidentale e Mare Arabico, mari dell’Australia-Nuova Zelanda e Oceano Indiano sud-orientale, Oceano Pacifico tropicale e temperato del sud-est).

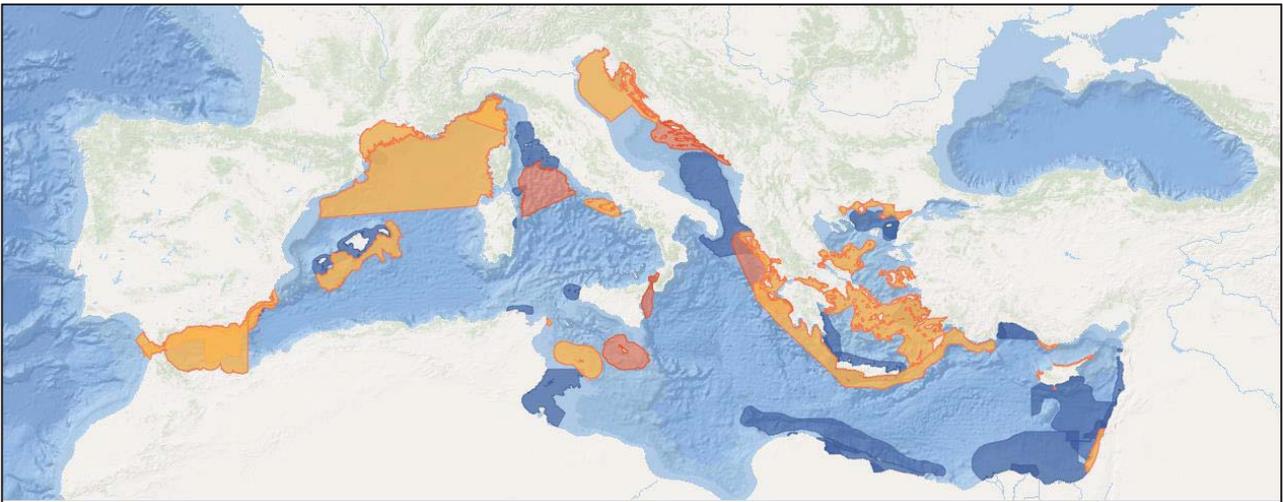


Fig.3.3 – Aree importanti per i mammiferi marini nel Mar Mediterraneo (in giallo), le aree di interesse (in blu), le aree candidate (in rosso). Fonte: www.marinemammalhabitat.org/imma-eatlas/.

Per quanto riguarda nel dettaglio, invece, il riferimento normativo per le attività di ricerca scientifica svolta nelle acque di giurisdizione degli Stati membri, questa è regolamentata dalla Parte XIII dell’UNCLOS “*Marine Scientific Research*”.

Gli artt. 238 e 246 stabiliscono che gli Stati hanno il diritto, nell’esercizio della propria giurisdizione funzionale nella zona economica esclusiva o nella piattaforma continentale, di disciplinare le attività di ricerca scientifica, di condurle nonché di autorizzarle.

La stessa disposizione individua ai fini del consenso dello Stato costiero due categorie di ricerche:

- I. a scopi pacifici e per aumentare la conoscenza scientifica dell’ambiente marino a beneficio dell’intera umanità;

¹³ www.marinemammalhabitat.org/imma-eatlas/

- II. ai fini dell'esplorazione e dello sfruttamento delle risorse naturali, che comportano l'uso di esplosivi o perforazioni nella piattaforma continentale o di "sostanze che possono arrecare danno" (*harmful*).

Per le prime lo Stato costiero dovrà garantire il consenso, mentre, per le seconde, il consenso è discrezionale e sottoponibile a diverse condizioni.

In particolare, quindi, quando la ricerca è applicata e del tipo II, soprattutto in relazione alle tecnologie utilizzate che prevedono l'immissione di onde acustiche nella colonna d'acqua e nel fondale marino, ai sensi dei succitati artt. 248 e 249, lo Stato richiedente ha il dovere di assicurare allo Stato costiero la partecipazione effettiva alla ricerca, l'accesso ai dati ed ai risultati, l'informazione su eventuali cambiamenti di programma e la rimozione delle installazioni e dell'equipaggiamento scientifico al termine delle operazioni.

Rimane anche salva la possibilità per lo Stato costiero, nei casi in cui il consenso sia discrezionale, di subordinare il rilascio ad ulteriori condizioni previste dalla legislazione interna e, in particolare, di richiedere il proprio accordo preventivo per rendere pubblici i risultati delle ricerche aventi incidenza diretta sulle risorse naturali.

Emerge quindi che le attività di ricerca non hanno un obbligo di legge di adattarsi agli indirizzi internazionali e alle buone pratiche, già in essere e descritte da Enti Internazionali (cfr. JNCC e ACCOBAMS) e adottate dall'industria, per la mitigazione degli effetti di attività di acquisizione sismica in mare con Airgun.

Inoltre, se le campagne di ricerca a scopi scientifici effettuate da altri Stati devono fare esplicita richiesta alle Amministrazioni competenti italiane tramite il Ministero degli affari Esteri, le campagne di ricerca nazionali non devono seguire la medesima procedura.

Dal 2010 al 2018 la DGS UNMIG ha ricevuto 117 richieste di nulla osta minerario¹⁴ da parte di campagne oceanografiche straniere per diversi scopi (oceanografia di base, idrografia, geologia ecc...). Tra queste risulta che 12 campagne straniere, dal 2013 ad oggi, hanno fatto attività di ricerca scientifica con l'uso di Airgun in mare prevalentemente su aree estese a sud del Mar Mediterraneo meridionale e nel mare Tirreno (2016/2017).

¹⁴ Rilascio del nulla osta minerario ai sensi dell'art. 120 del Regio Decreto 11 dicembre 1933 numero 1775, per verifica della non interferenza delle campagne oceanografiche di navi oceanografiche straniere con i titoli minerari italiani (a scopi di sicurezza delle attività minerarie).

Data l'incertezza del dato, specialmente prima del 2010, allo scopo di migliorare il controllo di queste attività e monitorare le campagne di ricerca sia italiane che straniere nella piattaforma continentale nazionale, la DGS UNMIG già dal 2014, in collaborazione con la Marina Militare nell'ambito delle attività di CLYPEA - Network per la sicurezza offshore¹⁵, ha avviato procedure di controllo per identificare operazioni ritenute pericolose e/o non autorizzate. Si è così ottenuto un aumento significativo dei controlli attraverso una piattaforma dedicata denominata SMART MISE, che verifica le operazioni del traffico marittimo in *real time*. In particolare, il monitoraggio dal 2014 al 2017 con lo SMART MISE ha riguardato i dati riportati in tabella 3.1, tra i quali sono presenti anche quelle campagne di ricerca scientifica che hanno previsto l'utilizzo di Airgun.

Tab. 3.1 – Controlli delle campagne di ricerca a scopi scientifici che hanno previsto l'uso di Airgun tra il 2014-2017.

ANNO	NUMERO RICHIESTE ANNUE	TIPO DI ATTIVITÀ	
		Sismica	Con Airgun
2014	Non disponibile	3	0
2015	68	2	1
2016	106	2	1
2017	90	2	1

Come emerso durante le Riunioni del Gruppo di Lavoro, gli enti di ricerca italiani come l'Istituto di Oceanografia e Geofisica Sperimentale, l'Istituto Nazionale di Vulcanologia e Geofisica e il Consiglio Nazionale delle Ricerche adottano, comunque già dal 2011, misure di protezione e mitigazione degli effetti dall'Airgun in relazione alle norme internazionali esistenti¹⁶.

Nell'ambito di queste procedure vengono applicate:

- la definizione di una zona di sicurezza nell'intorno di un raggio di almeno 500 m misurato dal centro della sorgente;

¹⁵ Sistema Smart Mise permette di verificare le attività condotte e la coerenza con il programma lavori presentato (aree di ricerca e tracciato delle navi), in relazione alle aree marine aperte alle attività di ricerca e produzione di idrocarburi (Zone marine A-G) e alla posizione degli impianti. CLYPEA - Network per la sicurezza offshore/Accordo DGS UNMIG - Marina Militare <http://unmig.mise.gov.it/unmig/accordi/enti/mm.asp>

¹⁶ Protocollo "ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT AND MITIGATION GUIDELINES" Marine Geophysical Survey - R/V OGS Explora Ross Sea, Antarctica, January and February 2017 - OGS.

- la presenza di MMO a bordo per l'osservazione nella zona di sicurezza;
- il soft start;
- lo *shut* – down della sorgente in caso di avvistamento;
- il cambiamento di linea di acquisizione (*line change*).

I protocolli degli enti di ricerca, nonostante le linee guida di ACCOBAMS che avrebbero dovuto essere integralmente recepite dall'Italia, e le raccomandazioni della comunità scientifica internazionale, non hanno previsto fino ad oggi l'utilizzo di un modello di propagazione acustica come ausilio alla stima della zona di sicurezza.

Come emerso nell'ambito delle riunioni del Gruppo di Lavoro T.E.S.E.O., l'utilizzo dei modelli di propagazione a scopo previsionale comporta una serie di difficoltà, in quanto devono essere calibrati sulla base del tipo di fondale dei parametri di temperatura e salinità dell'acqua, in funzione delle condizioni meteo marine stagionali.

Per le prospezioni soggette a VIA, la definizione della EZ tramite modello di propagazione è espressamente richiesta, anche con la verifica del modello in situ all'inizio della fase sismica.

In questo contesto, è da considerare che non vi sono modelli di propagazione facilmente utilizzabili e poche ditte offrono servizi di modellizzazione adeguati. Pacchetti software come ActUp sono di difficile utilizzo. ESME, *Effects of Sound on the Marine Environment* (Boston University), sembra essere una soluzione interessante, tuttavia è auspicabile la produzione di un pacchetto software adatto all'ambiente Mediterraneo che possa offrire a tutti gli operatori e alle autorità di controllo, informazioni condivisibili e non ambigue sulla valutazione delle sorgenti e dei relativi impatti. OGS si sta muovendo in questa direzione con un ampio progetto di ricerca (PRIN) presentato al MIUR.

Per questo,, sia le attività di Passive Acoustic Monitoring sia, eventualmente, le future attività di Active Acoustic Monitoring, diventerebbero molto più efficaci durante l'esecuzione.

NAZIONALE

In ambito nazionale l'attività di ricerca e coltivazione di idrocarburi è consentita in un'area di 139.700 km² sui complessivi 560.000 km² di piattaforma continentale (meno di un quarto), a conferma della grande attenzione posta alla tutela ambientale.

Le zone marine italiane (A- E) aperte alla ricerca e produzione di idrocarburi sono state istituite con Decreto Ministeriale. Recentemente ai sensi del D.lgs. 83/2012, tali aree sono

anche state rimodulate e ridotte, tenendo conto del divieto imposto alla ricerca, prospezione e coltivazione di idrocarburi nelle aree comprese nelle 12 miglia nautiche dalle linee di costa, lungo l'intero perimetro costiero nazionale e dal perimetro esterno delle aree marine e costiere protette per scopi di tutela ambientale (Fig. 3.4).

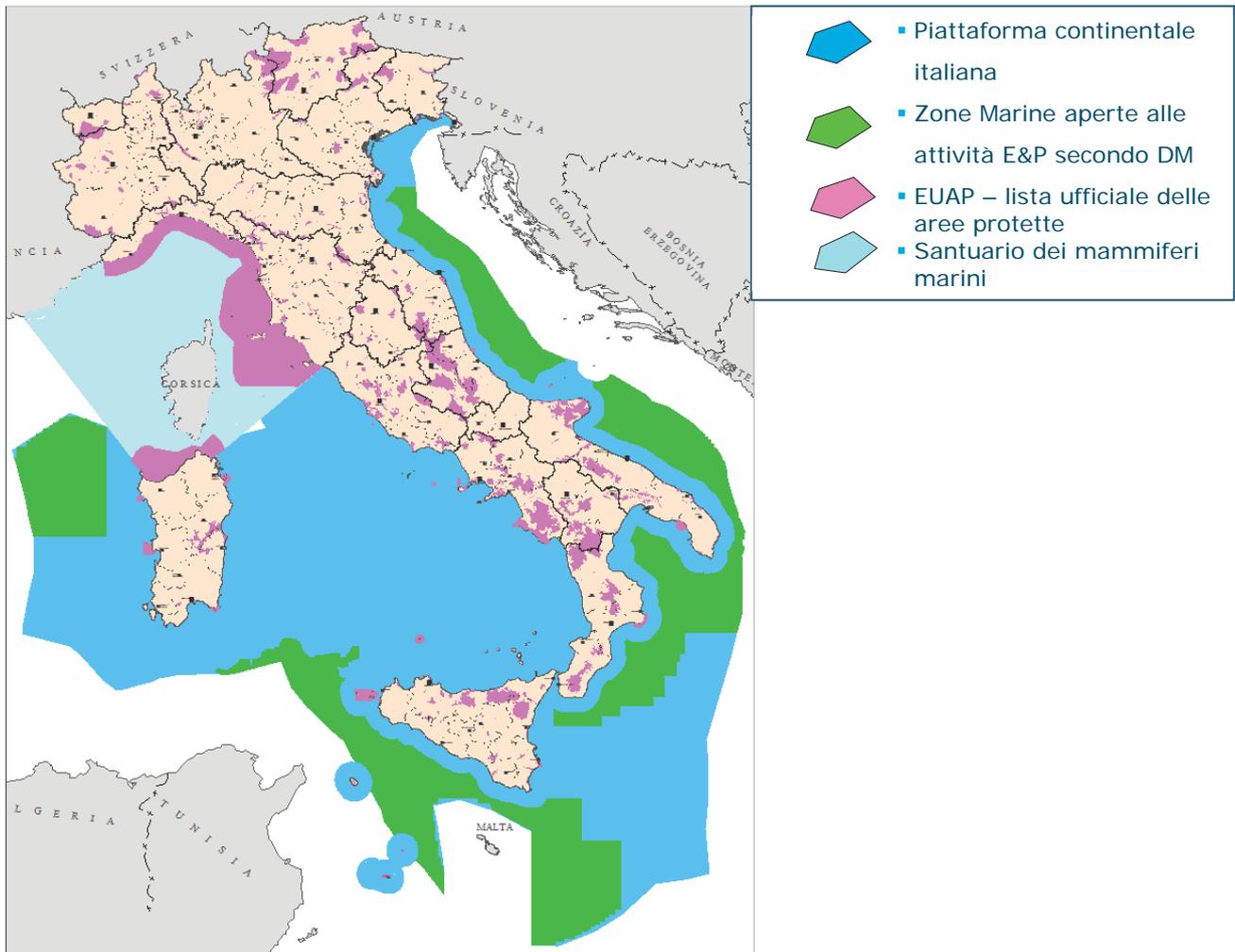


Fig. 3.4 Mappa delle aree aperte con Decreto del Ministero Sviluppo Economico alle attività di esplorazione e coltivazione di idrocarburi e aree EUAP inserite nella lista ufficiale delle aree protette. Nelle aree in verde gli operatori possono presentare istanza al ministero per avviare l'iter amministrativo propedeutico all'avvio delle attività (redatta dal Ministero Sviluppo Economico, Ufficio Cartografico della DGS UNMIG).

La ricerca e produzione di idrocarburi in Italia, regolamentata da norme che prevedono una valutazione approfondita sia degli aspetti tecnici che ambientali, si sviluppa secondo fasi che prevedono:

- prospezione volta ad accertare le caratteristiche geo-minerarie condotta in zona delimitata, consentita con carattere di non esclusività (fase non sempre prevista) **(Permesso di prospezione)**;

- ricerca esclusiva in zona avente configurazione ed estensione obbligata, consistente in tutte le operazioni volte al rinvenimento di giacimenti, ivi comprese le perforazioni (**Permesso di ricerca**);
- coltivazione esclusiva in area compresa nell'ambito del permesso di ricerca e volta alla coltivazione del giacimento rinvenuto (**Concessione di coltivazione**).

Inoltre, è importante sottolineare che esiste ed è applicata attraverso le prescrizioni di VIA, una specifica procedura a livello nazionale per il “monitoraggio e la conservazione dei cetacei in Italia”¹⁷.

Il permesso di prospezione di durata annuale ha come principale obiettivo l’acquisizione di dati geofisici (non solo acquisizioni sismiche con utilizzo di Airgun). Tali dati, dopo un anno dalla scadenza del titolo, devono essere ceduti all’Amministrazione. Ad oggi, risultano 8 istanze di permessi di prospezione (Tab. 3.2) e nessun permesso di prospezione (cioè non hanno ottenuto l’autorizzazione necessaria poiché fermi alla procedura di VIA).

Tab. 3.2 Istanze di prospezione ad oggi in esame

NOME ISTANZA	SOCIETA'	STATO PROCEDIMENTO ¹⁸
d 1 B.P-.SP	Spectrum Geo Limited	In corso Conferenza dei servizi
d 1 C.P-.SC	Schlumberger Italiana	Decreto via emesso con parere negativo
d 1 E.P-.SC	Schlumberger Italiana	Decreto via emesso con parere negativo
d 1 F.P-.SP	Spectrum Geo Limited	Decreto via emesso con parere positivo con prescrizioni
d 1 G.P-.SC	Schlumberger Italiana	Decreto via emesso con parere negativo
d 2 E.P-.TG	TGS-NOPEC Geophysical Company ASA	Decreto via emesso con parere negativo
d 2 F.P-.PG	Petroleum Geo Service Asia Pacific	Decreto via emesso con parere positivo con prescrizioni
d 3 F.P-.SC	Schlumberger Italiana	Decreto via emesso con parere positivo con prescrizioni

¹⁷ Centro Interdisciplinare di Bioacustica e Ricerche Ambientali (CIBRA) - “Monitoraggio e conservazione dei cetacei in Italia” Dipartimento di Scienze della Terra e dell’Ambiente, Università degli studi di Pavia <http://www-3.unipv.it/cibra/>

¹⁸ FONTE DGSAIE - <http://unmig.mise.gov.it/dgsaie/istanze/elenco.asp?tipo=PPM&ord=A&numerofasi=4>
www.

Il permesso di ricerca, con una estensione massima di 750 km², ha una durata di 6 anni cui possono seguire due proroghe di 3 anni cadauna, quando necessarie per il completamento dell'attività di ricerca. Il permesso di ricerca ha l'obiettivo di condurre studi specifici finalizzati al ritrovamento e accertamento di un eventuale *reservoir* e presuppone studi di carattere geofisico e geochimico, per arrivare alla progettazione della perforazione di un pozzo esplorativo che consenta la verifica della mineralizzazione e la quantificazione delle eventuali riserve in posto (Fig. 3.5). In tabella 3.3 si riportano i 28 permessi di ricerca ad oggi presenti nei mari italiani.

Tab. 3.3 – Permessi di ricerca

PERMESSO DI ESPLORAZIONE	SOCIETA'	STATO DEL PROCEDIMENTO¹⁹
d 28 G.R.-AG	Eni - Edison	In corso decreto VIA
d 30 G.R.-NP	Northern Petroleum Ltd	In corso decreto VIA
d 33 G.R.-AG	Eni - Edison	In corso decreto VIA
d 60 F.R.-NP	Northern Petroleum Ltd	In corso Conferenza dei servizi
d 61 F.R.-NP	Northern Petroleum Ltd	In corso Conferenza dei servizi
d 65 F.R.-NP	Northern Petroleum Ltd	In corso Conferenza dei servizi
d 66 F.R.-NP	Northern Petroleum Ltd	In corso Conferenza dei servizi
d 67 F.R.-AG	Eni	In corso Conferenza dei servizi
d 79 F.R.-EN	Aleanna Italia	In corso Conferenza dei servizi
d 80 F.R.-GP	Global Petroleum Limited	In corso di Conferimento
d 81 F.R.-GP	Global Petroleum Limited	In corso Conferenza dei servizi
d 82 F.R.-GP	Global Petroleum Limited	In corso decreto VIA
d 83 F.R.-GP	Global Petroleum Limited	In corso decreto VIA
d 84 F.R.-EL	Edison	In corso richiesta VIA
d 87 F.R.-GM	Global MED llc	In corso Conferenza dei servizi
d 89 F.R.-GM	Global MED llc	In corso di Conferimento
d 90 F.R.-GM	Global MED llc	In corso Conferenza dei servizi
d 92 F.R.-EN	Aleanna Italia	In corso richiesta VIA
d 149 D.R.-NP	Northern Petroleum Ltd	In corso Conferenza dei servizi
d 171 A.R.-AG	Eni	In corso richiesta VIA

¹⁹ FONTE DGSAIE - <http://unmig.mise.gov.it/dgsaie/istanze/elenco.asp?tipo=PRM&ord=A&numerofasi=4>

d 173 A.R.-AD	Adriatic Oil Plc	In corso Conferenza dei servizi
d 363 C.R.-AX	Audax Energy	In corso richiesta VIA
d 503 B.R.-CS	Apennine Energy	In corso Conferenza dei servizi
d 505 B.R.-EL	Petroceltic Italia	In corso Conferenza dei servizi
d 506 B.R.-EN	Aleanna Italia	In corso richiesta VIA
d 507 B.R.-EN	Aleanna Italia	In corso richiesta VIA
d 508 B.R.-EN	Aleanna Italia	In corso richiesta VIA
d 509 B.R.-EN	Aleanna Italia	In corso richiesta VIA

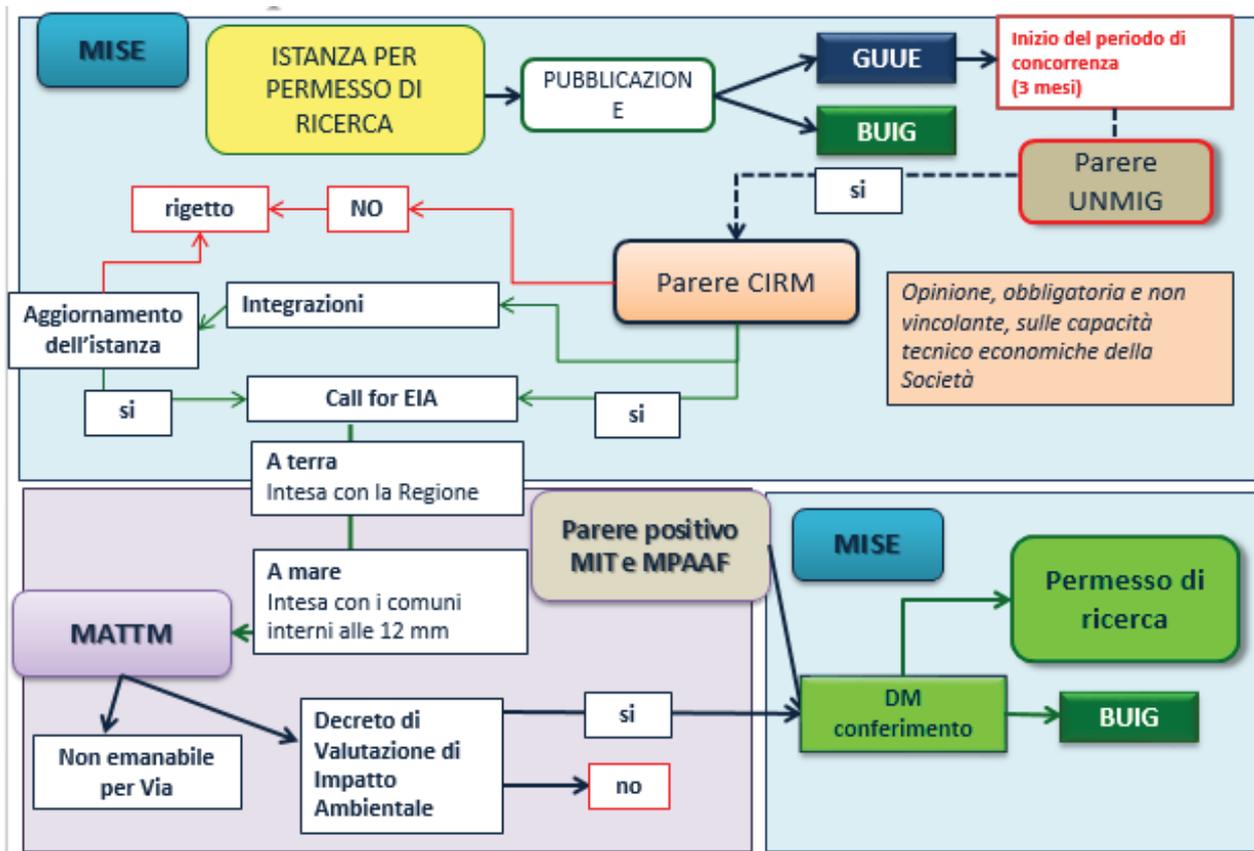


Fig. 3.5 Rappresentazione schematica della procedura per il rilascio del permesso di ricerca di idrocarburi.

Al titolare del permesso di ricerca che, in seguito alla perforazione di uno o più pozzi, abbia rinvenuto idrocarburi liquidi o gassosi, viene rilasciata la concessione di coltivazione, se la capacità produttiva dei pozzi e gli altri elementi di valutazione geo-mineraria disponibili giustificano tecnicamente ed economicamente lo sviluppo del giacimento scoperto.

L'esercizio di una concessione di coltivazione comporta spesso la necessità di effettuare ulteriori studi di carattere geofisico, volti ad analizzare il giacimento e migliorarne il progetto di sviluppo ed il recupero delle riserve, nonché la sicurezza delle attività minerarie.

Di seguito viene riportato in dettaglio la documentazione necessaria per ottenere il rilascio delle licenze.

ISTANZA CONFERIMENTO dei TITOLI MINERARI (permessi di prospezione, permessi di ricerca, concessioni di coltivazione).

In questo capitolo si riporta l'intero flusso autorizzativo in essere per l'avvio dei lavori di acquisizione sismica in mare a scopi commerciali (Fig. 3.6).

Il richiedente un titolo minerario (permessi di prospezione, permessi di ricerca, concessione di coltivazione) presenta l'istanza unitamente alla documentazione tecnica.

L'istanza per il rilascio del permesso di prospezione e di un permesso di ricerca di idrocarburi è corredata dal programma delle attività previste, dove in particolare sono specificati i rilievi da svolgere, i metodi e i mezzi impiegati, i tempi di esecuzione, la scelta della fonte di energizzazione così come la configurazione (numero di *array*, *subarray* e Airgun e volume totale) e le caratteristiche dell'*array* (studiati in modo da garantire il raggiungimento dell'obiettivo di ricerca), i tempi di esecuzione, le eventuali opere di recupero ambientale che si rendano necessarie. Le stesse informazioni devono essere fornite nel caso in cui le attività siano condotte ai fini della ricerca tecnologica applicata.

Il programma così presentato viene valutato ai fini della sicurezza dal Ministero dello Sviluppo Economico che, sulla base di detto programma tecnico, rilascia il titolo minerario e successivamente, attraverso gli UNMIG competenti, ne autorizza le operazioni.

Conferimento del Titolo

Il procedimento unico per il rilascio del permesso di prospezione (non esclusivo) o del permesso di ricerca (esclusivo) o concessione di coltivazione è avviato dalla DGSAIE sulla base del programma lavori presentato, ed è così articolato:

- a) la DGSAIE trasmette copia della documentazione ricevuta dalla società istante alla DGS-UNMIG che, acquisito il parere della Sezione UNMIG competente e della CIRM Sezione a rilascia il proprio parere tecnico;
- b) acquisito il parere tecnico della DGS-UNMIG, la DGSAIE comunica al richiedente di presentare istanza di VIA al MATTM;
- c) il richiedente presenta al MATTM l'istanza di VIA corredata da Studio di Impatto Ambientale;

- d) nell'ambito del procedimento unico, al quale partecipano le Amministrazioni statali e regionali interessate, vengono acquisiti dalla DGSAIE i pareri delle amministrazioni interessate (per il mare il MATTM, il MIT ed il MPAAF e l'esito del procedimento di VIA).

Procedure di VIA

La Compagnia presenta al MATTM una istanza di pronuncia di compatibilità ambientale, relativa all'effettuazione di indagini sismiche sulla base del programma lavori autorizzato nel Decreto del Ministero Sviluppo Economico, corredata da uno Studio di Impatto Ambientale composto da:

- a. un quadro di riferimento programmatico che raccoglie le informazioni sulla normativa di riferimento internazionale, comunitaria, nazionale, nonché le principali linee guida emanate per la prevenzione dei rischi su specie biologiche sensibili, come ad esempio i mammiferi marini. Inoltre, è analizzato il regime vincolistico presente nell'area oggetto di studio e nelle coste limitrofe;
- b. un quadro di riferimento progettuale che fornisce le generalità dell'intervento ed una dettagliata descrizione del progetto, della tecnologia utilizzata (mezzi navali utilizzati, durata delle attività, tecniche di acquisizione e parametri operativi di progetto) e degli obiettivi previsti;
- c. un quadro di riferimento ambientale che delinea la situazione delle componenti ambientali presenti nell'area oggetto di studio e nelle zone limitrofe;
- d. una descrizione e valutazione degli impatti potenziali che potrebbero manifestarsi sulle componenti ambientali presenti nell'area in istanza, come conseguenza della campagna di acquisizione geofisica;
- e. una proposta di misure di mitigazione, atte a minimizzare il più possibile gli eventuali impatti che si potrebbero presentare a seguito dell'attività, in particolare a tutela della fauna marina, con allegati la documentazione dell'area, l'ambiente interessato e la carta batimetrica.

Successivamente, la Commissione VIA esprime il proprio parere e il Ministro dell'ambiente decreta la compatibilità ambientale del progetto di indagine sismica e indica un quadro prescrittivo che deve essere osservato dalla Compagnia (accorgimenti/azioni per il

monitoraggio *ante, sin e post operam*; Fossati et al., 2017). Il quadro prescrittivo prevede che, al termine del monitoraggio *ante operam*, debba essere presentato 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.

Con riferimento ai risultati del monitoraggio *ante operam*, la Compagnia dovrà, eventualmente, presentare un nuovo programma di acquisizione sismica²⁰ accompagnato da una relazione che tenga conto, fra l'altro delle fasce di rispetto e delle aree di esclusione del rilievo stesso. La Compagnia dovrà concordare con ISPRA il cronoprogramma delle operazioni. In relazione al monitoraggio bioacustico *ante operam* e in corso d'opera, e con riferimento al tracciato definitivo delle linee sismiche, la Compagnia dovrà inoltre predisporre, in accordo con ISPRA, le misure di mitigazione previste (conformità alle linee guida JNCC, conformità alle linee guida ACCOBAMS, monitoraggio visivo con MMO e monitoraggio acustico passivo PAM). È inoltre prevista una continua verifica (prima e al termine di ogni fase di monitoraggio *ante, durante e post-operam*) di ottemperanza delle prescrizioni da effettuarsi da ISPRA o direttamente dal MATTM.

È da notare che l'opportunità di un monitoraggio *ante e post operam* era già delineata nelle linee guida di ACCOBAMS (Resolution 4.17).

La nuova procedura che prevede il monitoraggio *ante/sin/post operam*, dopo il rilascio del parere VIA e il Decreto del Ministero dell'ambiente, non è ancora mai stata applicata nel caso di un'acquisizione sismica a scopi industriali. Qualora fosse applicata, questa prevedrebbe quindi che il piano di monitoraggio e mitigazione fosse condotto da un team di esperti operatori MMO/PAM, che dovranno essere a bordo della nave sismica durante la prospezione, e a bordo di altri mezzi navali equipaggiati *ad hoc* nel corso delle fasi *ante e post operam*.

I survey di superficie, coadiuvati da registrazioni effettuate con sonoboe, restituiscono un quadro d'insieme sulla presenza di mammiferi marini nell'area, producendo mappe di presenza e distribuzione dei rilevamenti visivi e acustici e, attraverso la continuità di

²⁰ Nell'ambito della sismica 2D si parla di tracciati di linee sismiche per l'acquisizione sismica 3D parliamo solitamente di un'area e della direzione preferenziale di acquisizione se il rilievo è eseguito con tecnica "towed streamer". Se il rilievo viene eseguito con tecniche quali OBC (ocean bottom Cables o OBN (Ocean Bottom Nodes) la geometria di acquisizione diviene una maglia quadrata regolare con energizzazione in superficie e ascolto a fondo mare.

rilevamento delle sonoboe, una visione dell'andamento temporale e dei cicli giornalieri di attività dei mammiferi marini e del rumore ambientale.

La fase di monitoraggio *ante operam* è condotta per 60 giorni, al termine dei quali la compagnia produce una documentazione in cui riporta eventuali modifiche alla realizzazione della fase successiva (es. cambiamento delle rotte/date) necessarie per minimizzare gli impatti.

La Commissione VIA valuta il report ed esprime un parere che verrà recepito a seguito di un nuovo Decreto di autorizzazione definitivo al rilievo sismico, eventualmente corredato da ulteriori raccomandazioni e prescrizioni. Solo a seguito di tale Decreto definitivo la Compagnia avvia le operazioni e il monitoraggio *sin operam*.

La Compagnia inizia quindi il rilievo sismico con MMO/PAM a bordo per il monitoraggio visivo/acustico e la realizzazione di misure di mitigazione in tempo reale secondo gli standard delle linee guida ACCOBAMS e JNCC, durante le operazioni.

Alla fine delle operazioni, la Compagnia produce la reportistica e inizia la fase di monitoraggio *post operam* (60 giorni).

Autorizzazione UNMIG

Il titolare del permesso di prospezione/ricerca presenta il programma di rilievo sismico alla Sezione UNMIG competente specificando i mezzi utilizzati, quale parte dell'area del permesso è interessata ed il periodo in cui sarà realizzato il rilievo, anche nel caso di attività condotte in virtù dell'art. 4 del Decreto legislativo 164/2000.

Il progetto di rilievo sismico contiene una dettagliata descrizione del progetto, delle linee da rilevare, dell'area interessata, della tecnologia utilizzata (mezzi navali, durata delle attività, tecniche di acquisizione e parametri operativi di progetto) e degli obiettivi previsti. Tale progetto deve essere coerente con quello presentato per il conferimento del titolo minerario e per la Valutazione di impatto ambientale.

Il titolare allega anche la documentazione relativa alle garanzie economiche per coprire i costi di un eventuale incidente, commisurati a quelli derivanti dal più grave incidente prevedibile durante l'attività secondo un'analisi di rischio specifica per i lavori da svolgere.

La Sezione UNMIG competente per territorio, verifica che il progetto presentato sia coerente con quello approvato per il conferimento del titolo minerario che ha ottenuto la compatibilità

ambientale, e autorizza l'inizio dei lavori di indagine sismica imponendo il rispetto delle prescrizioni inserite nel decreto di conferimento del permesso di ricerca e nel decreto di Valutazione ambientale.

Nella nuova procedura (fig. 3.6), dopo l'autorizzazione definitiva al termine della fase di *ante operam*, se si presenta la necessità di un cambio del programma lavori per un Decreto del Ministero Ambiente, l'UNMIG non potrebbe autorizzare l'avvio delle ricerche geofisiche, in quanto differenti dal programma lavori autorizzato nel Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico al momento del rilascio del permesso di ricerca (e conseguentemente anche le relative garanzie economiche per coprire i costi di un eventuale incidente).

È ben evidente quindi la necessità di riallineare le procedure previste dal MISE e dal MATTM, per renderle più snelle e compatibili con i percorsi autorizzativi previsti. A ciò si aggiungono gli oneri temporali ed economici per i monitoraggi *ante* e *post operam* a cui è assoggettato l'operatore industriale.

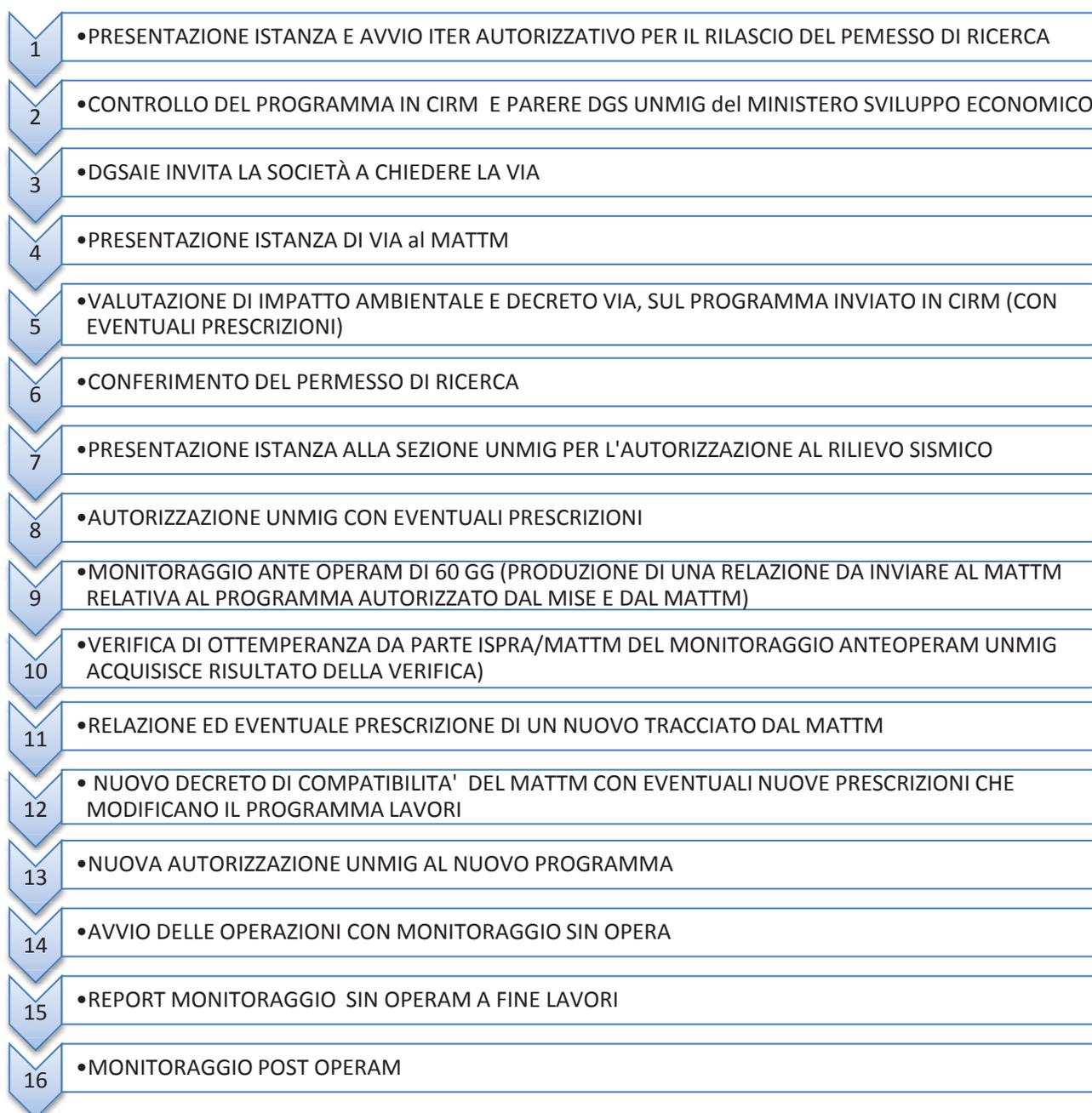


Fig. 3.6 Flusso di lavoro in essere dall'avvio dell'istanza di esplorazione a scopo commerciale in mare fino alla fine dei lavori.

ISTANZA PER CAMPAGNA DI RICERCA SCIENTIFICA IN MARE

L'iter per l'avvio di una campagna di ricerca scientifica, invece, segue una procedura differente, ai sensi del D.lgs. 104/2017, sintetizzato in figura 3.7.

In precedenza al nuovo provvedimento normativo (D.lgs. 104/2017), l'ente di ricerca italiano faceva domanda alle autorità marittime competenti sulla parte della Zona Economica Esclusiva - ZEE (o della piattaforma continentale nel caso la ZEE non sia stata formalmente istituita) di interesse per effettuare una campagna scientifica, sulla base della propria

programmazione o in aderenza a progetti nazionali o internazionali, tramite la presentazione di un programma scientifico che riporti: inquadramento, obiettivo della ricerca, metodi utilizzati, personale a bordo e tempistiche della ricerca. Inoltre, richiede il nulla osta a procedere al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) affinché la Capitaneria di Porto (Guardia Costiera) conceda il permesso di operare alla nave oceanografica. Fino ad oggi non c'era il divieto del MATTM all'utilizzo degli Airgun per la campagna di ricerca scientifica, ma veniva raccomandato l'utilizzo delle migliori pratiche per la mitigazione degli impatti ambientali secondo quanto previsto da JNCC e ACCOBAMS.

A seguito del nuovo D.lgs. numero 104 del 16 giugno 2017, si prevede l'applicazione della procedura di Valutazione Impatto Ambientale (VIA) anche alle attività di ricerca a mare a scopi scientifici (eventualmente quindi soggette all'applicazione dei monitoraggi *ante/sin/post operam*).

In ambito di ricerca scientifica, si deve sottolineare che in moltissimi casi, per le indagini geofisiche a mare su obiettivi non molto profondi (fino a circa 500 millisecondi TWT -*Two Way Time*), non vengono impiegati gli Airgun, bensì dei sistemi elettro-meccanici (*Boomer*) oppure elettrici (*Sparker*), che al momento non rientrano nell'ambito di applicazione del precedente decreto, e pertanto non sono soggetti a procedura di VIA.

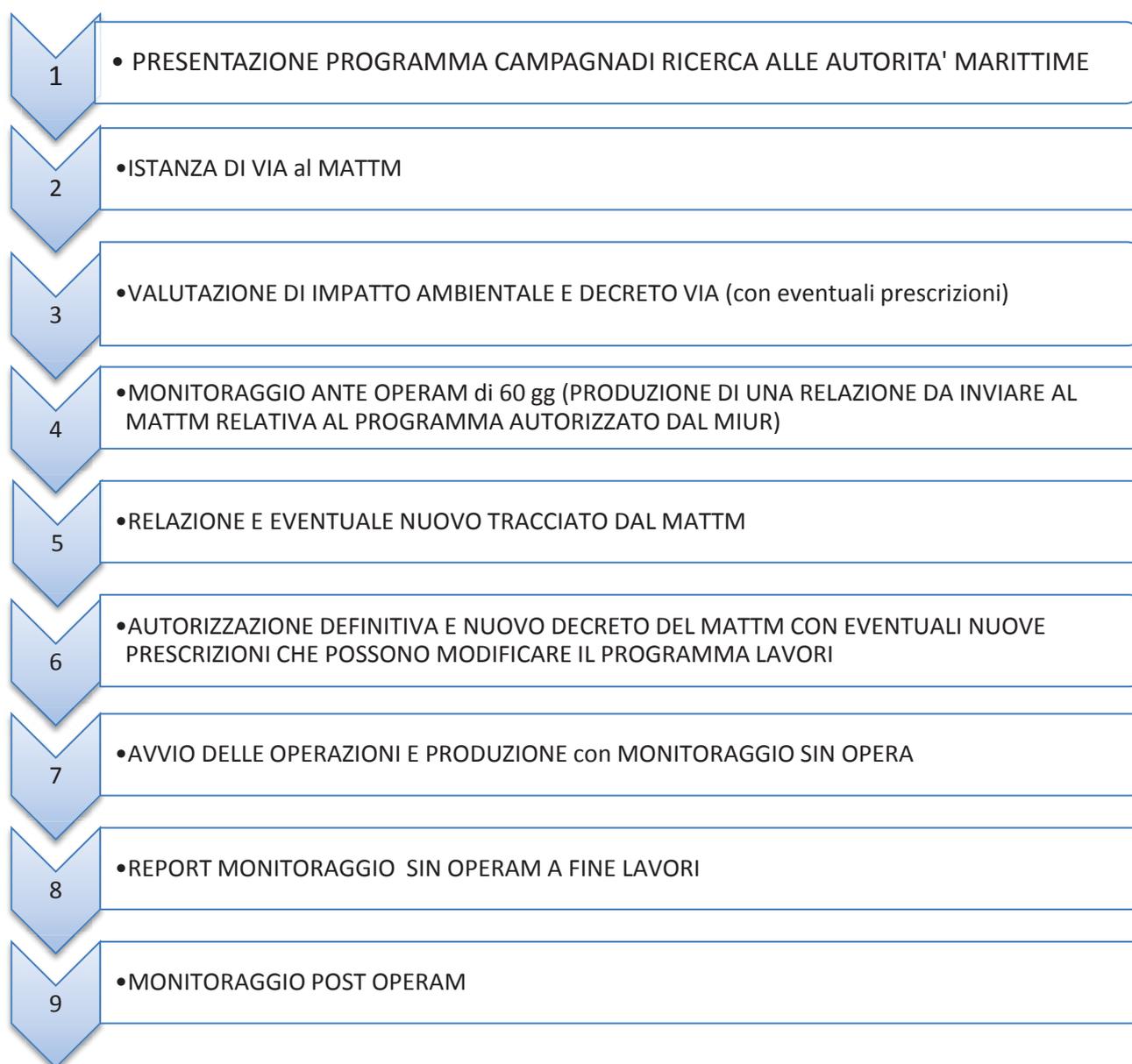


Fig. 3.7 Flusso di lavoro in essere per l'avvio di una campagna di ricerca scientifica sismica a mare (ai sensi del D.lgs. 104/2017).

4. INQUADRAMENTO SCIENTIFICO/TECNOLOGICO

SVILUPPO TECNOLOGIE E TECNICHE PER L'ACQUISIZIONE SISMICA

In ambito scientifico e industriale, la caratterizzazione e ricostruzione dell'assetto del sottosuolo è ottenuta principalmente attraverso prospezioni sismiche.

Le indagini non invasive del sottosuolo possono essere effettuate con differenti tecniche geofisiche, selezionate in funzione degli obiettivi della ricerca (magnetometria, metodi gravitativi, metodi elettromagnetici, prospezione sismica, sismica a rifrazione e a riflessione;

Telford, Geldart and Sheriff, 1990 Cambridge University Press). In base agli scopi della prospezione, possono essere utilizzate ed eventualmente combinate tecniche differenti fra loro, con una casistica di indagine che può variare da obiettivi molto superficiali in formazioni non consolidate (applicazioni di ingegneria civile), ad obiettivi crostali profondi o molto profondi per applicazioni minerarie o per studi in ambito di protezione civile.

La sismica a riflessione prevede l'immissione di impulsi acustici che vengono riflessi dalle superfici che caratterizzano volumi rocciosi, in base alle caratteristiche elastiche del mezzo (densità e velocità). Tali riflessioni sono dunque espressione di fattori quali cambi litologici, presenza di fluidi, strutture tettoniche ecc. Le superfici riflettenti sono definite "riflettori sismici", e la loro interpretazione in chiave geologica è fondamentale per definire le caratteristiche sismo-stratigrafiche e strutturali di un'area, la presenza di duomi salini, giacimenti di idrocarburi, e molto altro (ad esempio camere magmatiche, faglie sismogenetiche, campi geotermici). La qualità del dato sismico acquisito, opportunamente processato per individuare i principali riflettori, è perciò fondamentale per poter elaborare e processare i segnali derivanti dall'acquisizione, e quindi leggere (interpretare) queste informazioni.

L'esistenza di un giacimento di idrocarburi tuttavia, necessita della coesistenza di molte altre condizioni e deve essere accertata da accurate indagini geofisiche e geologiche, non solo riferibili all'acquisizione sismica a riflessione. La sismica a riflessione è sicuramente il dato principale di partenza per questo tipo di studi.

Gli impulsi acustici immessi nella colonna d'acqua per la sismica a riflessione vengono quindi progettati in funzione della risposta sismica dell'area da investigare (contenuto in frequenze, risoluzione sismica necessaria ecc..) e sono adattati con diverse disposizioni, sia della sorgente (*Array*) che dei ricevitori (*Seismic Spread*), in base alla tipologia e alla qualità del dato che si vuole ottenere.

Le sorgenti acustiche utilizzate vengono quindi scelte in funzione del target da caratterizzare e della profondità da raggiungere.

Le sorgenti si differenziano per la tecnologia della produzione dell'onda acustica generata soprattutto in termini di energia e frequenza.

In generale, a causa della grande differenza tra le sorgenti prodotte negli ultimi 50 anni e della finalità dei vari studi, non c'è omogeneità tra le informazioni fornite dai costruttori e quelle rilevate dagli utilizzatori. Effettuando una sintesi di quanto riportato in letteratura (Hutchinson e Detrick, 1983; Nelms et al., 2016; Rapporto ISPRA 2016) e quanto fornito dagli operatori, si riporta che:

- *Water-gun* (frequenza generata 100 Hz - 1000 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; è una tecnologia ormai obsoleta e caduta in disuso da più di venticinque anni;
- *Airgun* (frequenza generata 10 Hz - 500 Hz), costituito da due camere cilindriche, chiuse da due pistoni (pistone di innesco e di emissione) rigidamente connessi ad un cilindro provvisto di orifizio assiale che libera in mare, a profondità da 3 a 30 m, istantaneamente, aria ad una pressione elevata, compresa tra 150 e 400 atmosfere; è la sorgente di gran lunga più impiegata, nel caso della prospezione sismica a scopo minerario copre praticamente il 100% delle applicazioni;
- *Sparker* (frequenza generata 200 - 10.000 Hz); l'energia è conseguenza della creazione di un intenso campo elettrico (3-10 kV) in acqua generato da una batteria di condensatori ad alta tensione. L'alta tensione presente ai capi degli elettrodi genera un arco che vaporizza l'acqua producendo una bolla di vapore. Questa, propagandosi, espandendosi e contraendosi, genera a sua volta un impulso acustico;
- *Boomer* (frequenza generata 300 - 3000 Hz); 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 alta risoluzione tendenzialmente per scopi scientifici).

In generale questi sistemi non sono alternativi uno all'altro. Gli *Sparker* (HR) e i *Boomer* (VHR) sono utilizzati in ambito petrolifero per scopi di caratterizzazione dei siti ove installare altre infrastrutture. Di norma, quindi, non sono impiegati nelle attività di esplorazione petrolifera tese all'identificazione di nuovi giacimenti.

Per quanto riguarda il *Watergun*, il suo utilizzo in anni passati ha messo in evidenza una qualità del segnale registrato di gran lunga inferiore rispetto ai dati ottenibili con gli *Airgun*, a parità di impatto ambientale. Per questa ragione l'utilizzo del *Watergun* è stato limitato ad un breve periodo di tempo e quindi abbandonato.

L'*Airgun* è la sorgente sismica marina maggiormente utilizzata per le prospezioni geofisiche, per scopi sia industriali che scientifici. Esso viene utilizzato principalmente nell'ambito delle ricerche di giacimenti di idrocarburi a mare, e per raggiungere obiettivi fino ai 6000 - 8000 metri di profondità. Oltre tali profondità le attività di ricerca sono per lo più di carattere scientifico e volte a studiare le caratteristiche geologico-strutturali della crosta terrestre.

L'Airgun è, allo stato attuale, la tecnologia che permette di ottenere maggior penetrazione nel substrato e restituire dati soddisfacenti per gli obiettivi prefissati con la massima affidabilità operativa e di sicurezza nel suo impiego. Inoltre, più Airgun possono essere disposti in *configurazioni spaziali progettabili* in modo da direzionare l'onda elastica verso l'obiettivo prescelto e attenuare gli effetti di onde secondarie (beamforming). I livelli di emissione sonora sono, per esempio, di 228 dB re 1 μ Pa (MacGillivray, A. O., 2006) (ad 1 m di distanza dalla sorgente) e sono caratterizzati da una banda di frequenza che in parte si sovrappone a quelle di comunicazione di alcune famiglie di mammiferi marini (ISPRA, 2016).

Negli anni la tecnologia degli Airgun ha subito un'evoluzione rilevante, tanto da assumere un carattere sempre meno impattante dal punto di vista ambientale in particolare riguardo a:

- emissioni in un *range* di frequenze nel rispetto delle biocenosi marine;
- sviluppo e progettazione di tecnologie di acquisizione (in termini di capacità di produzione delle navi sismiche e di sensibilità dei ricevitori) che hanno permesso di aumentare la densità delle informazioni raccolte riducendo, nel contempo, il tempo necessario a investigare le aree oggetto di prospezione. Questo ha permesso di ridurre la frequenza con cui è necessario acquisire nuovamente dei dati in una determinata area, allungando la durata utile dei dati raccolti (volume o grid sismico) che può rimanere valido fino a 8-10 anni. A titolo di esempio, è utile ricordare che per coprire circa 10.000 km² di superficie con un rilievo sismico a riflessione 3D, circa 15 anni fa, occorrevano in media 12-18 mesi. Oggi invece si possono raggiungere produttività medie fino a 2.000 km²/mese. Ne consegue che l'impatto globale derivato dalle operazioni si è estremamente ridotto.

Attualmente la sfida dello sviluppo tecnologico, nell'ambito dell'esplorazione sismica marina, è quindi quello di sviluppare una sorgente acustica meno impattante sull'ambiente marino che non vada a detrimento della qualità del dato che si vuole ottenere.

A questo scopo, si parla di tecnologie alternative all'Airgun o di tecniche che prevedono un utilizzo diverso dell'Airgun attraverso conformazioni meno impattanti. Di seguito si riportano quelle in fase di sviluppo:

- AquaVib (Geokinetics), una sorgente sismica marina che genera energia equivalente agli Airgun, a livelli di pressione sonora significativamente ridotte e frequenze inferiori alla banda dell'udibile della maggior parte delle specie marine. AquaVib è progettato per profondità d'acqua operative di appena un metro, offrendo prestazioni e affidabilità in zone di transizione, laghi e acque poco profonde (massimo 25 m);

- Marine Vibrator JIP (*PGS, Teledyne Webb Research, Applied Physical Sciences, ExxonMobil, Shell, Total*), è una sorgente sismica marina a banda larga in grado di generare frequenze modulate da 10 a 250 Hz. È destinato all'uso in acque profonde, acque poco profonde e zone di transizione. Distribuisce l'energia immessa in un lasso di tempo di alcuni secondi, generando quindi una pressione di picco minore rispetto agli Airgun (che hanno un rilascio quasi istantaneo). È anche in grado di generare un'uscita acustica completa in una profondità d'acqua di un solo metro, rendendola una fonte più potente rispetto agli Airgun in acque poco profonde e aree di transizione. Inoltre, poiché il segnale viene generato per diversi secondi, producendo meno pressione di picco, il Marine Vibrator dovrebbe essere meno impattante rispetto agli Airgun. Attualmente è in fase sperimentale e si attendono i risultati che ne attestino l'efficacia in termini di penetrazione del segnale sismico nella crosta terrestre, la qualità delle riflessioni ottenibili, il superamento di problemi ingegneristici quali la cavitazione (che genera treni di segnali estremamente impattanti sull'ambiente marino) e non ultimo di affidabilità operativa. A valle di ciò si potrà stabilire se tale sorgente potrà costituire una sorgente alternativa percorribile e operabile,
- eSource (*WesternGeco, Teledyne Bolt*) è sostanzialmente un Airgun con sistema di *softening* delle emissioni. Questo sistema, lavorando sulla forma delle finestre di emissione e sul controllo del pistone, modifica la forma della bolla espulsa abbattendo le alte frequenze. L'eSource è in sviluppo dal 2005 e il primo *field test* è stato effettuato nel 2016. Oggi è commercialmente disponibile ed è stato finora impiegato in campagne sismiche commerciali in Australia, Malesia e Corea del Sud;
- BASS Marine Vibrator (*WesternGeco, Equinor (ex Statoil)*), si tratta di un vibratore marino nella sua prima fase di sviluppo, che prevede l'espansione delle basse frequenze. In linea teorica dovrebbe essere meno impattante rispetto ad un vibratore marino tradizionale ed avere la e capacità di operare in battenti d'acqua anche molto rilevanti, senza pregiudizio alla profondità di penetrazione dei segnali nella crosta terrestre;
- C-Vibe Marine Vibratory Sound Source (*Chelminski Research*) è un ulteriore approccio ingegneristico che cerca di superare alcune delle limitazioni dei vibratori marini "tradizionali". In fase prototipale, si attende di comprendere quale sia il suo sviluppo futuro;

- Tuned Pulsed Source (*Chelminski Research*), sorgente allo stato prototipale iniziale di cui si attende di conoscere se il progetto prosegua il suo sviluppo o venga abbandonato. A causa della precocità del prodotto non sono disponibili dettagli;
- Volfspar (BP), emettitore in bassa frequenza da affiancare ad un tradizionale Airgun per aumentare il contributo delle basse frequenze utili per la Full Wave Inversion. È una soluzione proprietaria BP e quindi non accessibile a tutti gli operatori. Non sono disponibili studi sul suo impatto ambientale;
- Popcorn acquisition (BP), si tratta di una diversa geometria di scoppio che utilizza l'Airgun come sorgente ma che ipotizza di immettere l'energia lungo un periodo di tempo più lungo di un singolo impulso, impiegando gli Airgun in modo asincrono e cercando di ricomporre il segnale in fase di processing (fase iniziale dello studio).

Tra le tecnologie su menzionate, quella che sembra essere al momento più efficace in termini di operatività e del dato restituito, riducendo l'impatto sui mammiferi marini, è l'environmental Source (eSource).

Tale tecnologia è progettata proprio per ridurre l'impatto delle operazioni di acquisizione sismica sull'ambiente marino. L'eSource è sostanzialmente un Airgun, ma ha la capacità di diminuire la generazione delle alte frequenze, sia tramite un *control shuffle speed* che controlla la velocità di rilascio della bolla d'aria, sia tramite il disegno delle porte laterali che regolarizzano la forma della bolla. In generale gli Airgun lavorano in un range di frequenze che può non essere compatibile con la sensibilità acustica dei cetacei, che risultano essere più sensibili alle alte frequenze che alle basse secondo i recenti studi del NOAA (2016, 2013).

Considerando che per garantire la buona qualità delle informazioni ottenute nel corso delle operazioni di acquisizione sismica, bisogna apportare l'energizzazione necessaria affinché il segnale sismico raggiunga i target prefissati e che le alte frequenze devono essere diminuite per ridurre gli impatti sui cetacei, il migliore compromesso è stato raggiunto attraverso la capacità dell'eSource di tagliare le alte frequenze a partire dai 100Hz (Tipo A), 60 Hz (Tipo B) e 40Hz (Tipo C).

La scelta dell'utilizzo di una attenuazione del tipo A, B, C, è da considerare in funzione delle caratteristiche geologiche dell'area oggetto di indagine (litologia delle formazioni attraversate, profondità dell'obiettivo minerario ecc...).

Confrontando il grado di esposizione dei cetacei al rumore (SEL), ottenuto moltiplicando gli spettri di frequenza dell'Airgun tradizionale e dell'eSources con la curva di sensibilità dei

cetacei come definiti da NOAA (2013), risulta che l'eSource contribuisce significativamente a diminuire l'esposizione dei cetacei al rumore alle alte frequenze. Tuttavia, sebbene il target dei 100 Hz sia stato stabilito facendo una media delle frequenze utili a livello mondiale, questo non risulta sufficiente all'indagine, ad esempio, di gran parte del Mar Adriatico (per cui sono necessari fino a 120-140 Hz) e per il Canale di Sicilia (per cui sono necessari impulsi a larga banda). Per quanto riguarda il Mar Tirreno, invece, il limite dei 100 Hz potrebbe essere adeguato, tuttavia ad oggi tale area risulta scarsamente mineralizzata e quindi indagata dalle società.

L'eSource è disponibile sul mercato, poiché è stato prodotto dalla collaborazione tra la Teledyne Bolt e la WesternGeco e non è ad uso esclusivo per un unico o più contrattisti poiché Schlumberger ne mantiene solo la proprietà intellettuale.

Altri importanti studi da menzionare nell'ambito di uno sviluppo tecnologico e metodologico per la mitigazione degli impatti sono quelli realizzati dall'Associazione Internazionale dei produttori di olio e gas (IOGP). L'iniziativa di livello internazionale mette in evidenza l'impegno delle industrie nell'affrontare il tema dello sviluppo tecnologico per la mitigazione degli effetti dell'esplorazione di idrocarburi in mare con Airgun.

L'IOGP ha istituito nel 2005 il programma di ricerca "*Joint Industry Programme on E&P Sound and Marine Life*" (JIP), finalizzato ad incrementare la comprensione della diffusione del suono in mare, gli effetti sulla vita dei mammiferi marini e la mitigazione degli impatti dovuti alle attività di esplorazione e produzione di olio e gas. I membri che sostengono il programma sono: ExxonMobil, Chevron, Eni, Statoil, Conoco Phillips, BG Group, BHP Billiton, Santos, Woodside e IAGC (*International Association of Geophysical Contractors*)²¹.

Uno dei progetti di ricerca del JIP è stato lo sviluppo dell'*Active Acoustic Monitoring* (AAM), ovvero di una sorgente attiva per identificare le specie marine "silenziose" che sfuggono al PAM, in quanto non emettono suoni. Il progetto ha dimostrato che è possibile sfruttare la tecnologia sonar per scopi commerciali senza apportare modifiche tecnologiche. Ad esempio, il progetto ha messo in luce che il SIMRAD SP90, funzionante a 20-30 kHz, può rilevare orche a 1.500 m con livelli del SIMRAD tra 206 e 218 dB re 1 μ Pa, (con un limite di profondità a 200 m). Da evidenziare che le balene non hanno mostrato reazioni comportamentali a queste fonti attive.

Attraverso un progetto di ricerca finanziato dal JIP è stato creato un software che, grazie a specifici algoritmi, permette di identificare le specie di mammiferi marini presenti nella zona

²¹ <http://www.soundandmarinelife.org/>

di sicurezza. Tale software integra le funzionalità del PAM, consentendo di ottenere un dato sulla distribuzione delle specie e costituisce quindi uno strumento di primaria importanza per le comunità scientifiche e per gli enti regolatori. Il software è *open source*, vi è la possibilità quindi di creare ulteriori algoritmi per l'identificazione dei suoni emessi da altre specie di mammiferi marini.

CONSIDERAZIONI SUI MODELLI ACUSTICI DEL MARE

Per valutare l'impatto su mammiferi/organismi marini delle onde acustiche generate da sorgenti sismiche è necessario avere una stima di dove e quanto si propaga l'energia immessa nell'ambiente marino mare/oceano circostante l'area del rilievo. Per questa stima occorre conoscere preventivamente una serie di dati e parametri, tra cui:

- a) un modello geometrico della stratificazione dell'acqua, ossia le batimetrie delle interfacce tra i volumi d'acqua a caratteristiche diverse e/o eventuali gradienti di passaggio tra gli strati;
- b) un modello fisico degli strati ossia temperatura, velocità di propagazione e caratteristiche di attenuazione dell'onda acustica nei vari strati. Queste ultime dipendono anche dalla tipologia e dalla concentrazione dei sali disciolti;
- c) la batimetria e l'impedenza acustica dei fondali. L'informazione dell'impedenza acustica consente di valutare l'intensità dell'energia che, raggiunto il fondo, torna in acqua propagandosi con una intensità che dipende dall'impedenza acustica e dalla morfologia del fondale e secondo direzioni dipendenti dalla morfologia (batimetria) del fondo.

I passi precedenti permettono di definire il mezzo in cui l'impulso si propaga e le condizioni al contorno. Dunque, supponendo la situazione invariante nel tempo e nello spazio, è possibile valutare, in ogni punto del volume oggetto del calcolo, l'insonificazione o la variazione nel tempo della pressione dovuta al passaggio dell'impulso.

Un modello acustico corretto avrebbe almeno due impieghi potenzialmente interessanti:

- a) la variazione di pressione nel tempo, in un punto, corrisponde al segnale acustico a cui è sottoposto, teoricamente, un organismo marino che si trova in quel luogo. Questo segnale, che nel caso dei mammiferi è pesato con le specifiche curve di sensibilità acustica, permette di valutare lo stress acustico cui l'organismo è sottoposto. Dunque, si possono tracciare delle curve iso-stress intorno alla zona di esplorazione per i principali organismi noti nell'area, scegliere la più conservativa ed usarla come confine entro il quale bisogna evitare che vi siano organismi durante l'energizzazione;

- b) un corretto modello acustico permette di ottenere stime più affidabili dei percorsi di propagazione dell'energia (*ray-tracing*). Sia i metodi PAM (*Passive Acoustic Monitoring*) sia gli AAM (*Active Acoustic Monitoring*), che si basano sulla collocazione di sorgenti acustiche (PAM) o di corpi acusticamente riflettenti (AAM), sono tanto più affidabili quanto più è noto il campo di velocità (modello acustico) in cui l'energia si propaga.

Un modello acustico è tanto più corretto ed efficace quanto più i parametri che lo definiscono corrispondono a quelli reali durante il tempo di propagazione dell'impulso. Un ragionevole tempo di propagazione di un impulso sismico per prospezioni può essere stimato in una decina di secondi. Se in questo tempo è possibile che siano costanti i parametri fisici del campo di velocità, in tempi più lunghi questa ipotesi può essere molto meno valida. Un rilievo sismico, oggi, come ordine di grandezza, dura 30 giorni con attività continue 24 ore al giorno. Eventi subacquei e/o meteorologici transitori possono quindi intervenire e alterare i parametri fisici del volume d'acqua interessato, rendendo meno affidabili le previsioni ottenute dal modello.

Durante le riunioni del Gruppo di lavoro è emerso che dovrebbero essere presenti enti certificatori dei software e della formazione dell'MMO anche a livello nazionale, favorendo una specifica conoscenza sulle caratteristiche dei mari nazionali. Ad oggi le Compagnie fanno riferimento ad alcuni operatori specializzati internazionali (*Seiche Measurements Ltd, PAMGuard, RPS*) in questo settore.

OPPORTUNITÀ TECNOLOGICHE ANCORA IN FASE PROGETTUALE

Nell'ambito delle riunioni del Gruppo di Lavoro T.E.S.E.O. tenute al MISE, l'Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale - OGS assieme alla Cergol Engineering S.r.l. di Trieste, ha presentato un progetto di sviluppo di nuova tecnologia per l'acquisizione sismica "sostenibile", che prevede l'utilizzo di un sistema fisico fonoassorbente in modo unidirezionale per l'attenuazione del rumore subacqueo prodotto dall'Airgun. La tecnologia, in fase progettuale, consiste nella creazione di una barriera sonora composta da una camera di bolle d'aria che va montata direttamente sull'Airgun. Il progetto, per passare alla fase sperimentale, necessita di un finanziamento di circa 400 mila euro ed almeno un anno di lavoro affinché si possa avere il primo test in acqua.

La destinazione di fondi per lo sviluppo di tecnologie alternative all'Airgun ecosostenibili sono un importante punto di attenzione, che è stato anche presentato nell'ambito del cluster BIG della Blue Growth, a cui partecipa attivamente anche una rappresentanza delle DGS UNMIG.

5. CONOSCENZE DEGLI IMPATTI SUI MAMMIFERI

La preoccupazione per l'impatto del rumore antropogenico sui cetacei è relativamente recente e destinata ad importanti sviluppi futuri. Il timore che il rumore potesse avere un effetto negativo è nato negli anni Settanta, con la preoccupazione che l'esperimento ATOC (*Acoustic Tomography of Ocean Climate*; Munk & Wunsch 1979) potesse rappresentare un pericolo per i cetacei, in particolare per i mysticeti (balene e balenottere), che comunicano con suoni a bassa frequenza. Ulteriori sviluppi di questa attenzione hanno portato a comprendere l'importanza dell'acustica per i cetacei e successivamente anche per altri gruppi zoologici marini.

L'interazione tra la fauna marina e il suono immesso nell'ambiente marino per diversi scopi – tra cui la prospezione mineraria e le perforazioni, la ricerca scientifica, la cantieristica, il trasporto marittimo, la diportistica, e più recentemente la generazione di energia con pale eoliche offshore - è ormai riportata in diversi studi scientifici (Aguilar de Soto et al., 2013; Carroll et al., 2017; Peng et al., 2015; Pine et al., 2014; Southall et al. 2007; Williams et al., 2015), i cui risultati hanno stimolato l'approvazione di norme per la mitigazione degli effetti e linee guida per gli operatori.

Ai fini di una migliore comprensione della possibile tipologia di effetti delle onde acustiche sui mammiferi, è necessario anche riportare che si distinguono due macro-categorie di effetti (Thomesen et al., 2011):

- disturbi quali *masking*, disturbi comportamentali, spostamento temporaneo della soglia (TTS), spostamento permanente della soglia (PTS);
- danni all'apparato uditivo, spostamento permanente della soglia (PTS);

Il *masking* avviene quando il suono immesso è abbastanza forte da interferire con l'individuazione di altri suoni, come i segnali emessi dai cetacei per la comunicazione o l'ecolocalizzazione (Clarke et al., 2009; Erbe et al., 2016). Questo effetto comincia quando il livello del suono mascherante eguaglia quello del rumore ambientale alla frequenza del segnale. Il *masking* si manifesta anche come riduzione della distanza alla quale i cetacei possono comunicare. Tale distanza rappresenta lo "spazio di comunicazione" di questi animali, che è strettamente legato a come i sistemi di comunicazione si sono evoluti in funzione delle esigenze ecologiche e comportamentali, essenzialmente quelle legate al corteggiamento e al coordinamento dei movimenti anche a grande distanza. Le megattere, ad esempio, comunicano e si corteggiano ad oltre 400 km di distanza; le balenottere hanno uno spazio di comunicazione di oltre 100 km. L'aumento del rumore ambientale riduce

drasticamente le distanze alle quali gli animali possono comunicare e ogni aumento di 6 dB nella banda di frequenza di comunicazione dimezza la distanza di percezione dei segnali (Clarke et al., 2009; Erbe et al., 2016).

I disturbi comportamentali si definiscono come cambiamenti nelle attività in conseguenza del suono immesso. Questo effetto può essere molto difficile da misurare, dipendendo da una grande varietà di fattori come ad esempio le caratteristiche fisiche del segnale, lo stato caratteriale del ricevente, la sua età, il sesso, lo stato sociale ecc. Quindi l'estensione temporale dell'effetto sul disturbo comportamentale può variare per ciascun segnale, sia alla scala di diverse popolazione, sia alla scala di diversi individui.

Entrambi i TTS e i PTS rappresentano cambiamenti nelle abilità di ascolto di un animale, usualmente a particolari frequenze, con la differenza che il TTS è recuperabile dopo poche ore o giorni, mentre il PTS non è recuperabile (Southall et al., 2007).

I danni all'apparato uditivo possono avvenire a livelli di suoni molti elevati e possono dipendere anche da altre caratteristiche del suono (Southall et al., 2007).

Sorgenti acustiche di elevata potenza (sonar, esplosivi) ad una distanza troppo ravvicinata e Airgun possono produrre potenzialmente quindi un danno diretto, non solo agli apparati uditivi ma anche ad alterazioni fisiologiche e comportamentali che possono essere mortali, sia a breve termine, sia in un arco temporale che rende difficile stabilire le relazioni causa-effetto.

Di fatto esistono ragionevoli certezze sull'associazione spaziale e temporale tra l'uso di sonar (utilizzati a diversi scopi tra cui quelli militari²²) e spiaggiamenti atipici di cetacei. In particolare, è noto che si sono verificati vari episodi di spiaggiamento di massa, a seguito di esposizione a tali fonti acustiche di origine militare a bassa e media frequenza (Jepson et al., 2004). In particolare, gli animali coinvolti, prevalentemente zifi, hanno sviluppato una sindrome embolica (*gas and fat embolic syndrome*) simile alla malattia da decompressione che si osserva nei sommozzatori umani (Fernandez et al., 2005), con emorragie multi-organiche ed emboli di gas e di grasso disseminati in tutto l'organismo. A seguito delle misure di mitigazione adottate alle Canarie, tali episodi non si sono più verificati (Fernandez et al., 2013).

Episodi simili di mortalità si sono manifestati anche in relazione ad altre fonti sonore antropiche, ad esempio nel caso di uno spiaggiamento di un gruppo di delfini comuni

²² si riporta che esistono specifiche procedure sull'uso dei sonar in presenza dei mammiferi

(*Delphinus delphis*): in questo caso, Jepson et al., (2013) osservarono gravi emorragie all'orecchio interno senza altre patologie in corso, stabilendo un'associazione spaziale e temporale con tale evento.

In alcuni casi, il rumore sottomarino è stato ipotizzato come causa di spiaggiamento, senza tuttavia conoscerne la fonte: infatti, Morell et al., (2017) hanno provato la presenza di danni all'orecchio interno (Organo del Corti) in due episodi di spiaggiamento di massa di globicefali (*Globicephala melas*). I danni da fonti sonore non sono stati associati solamente ad eventi drammatici ma anche a spiaggiamenti ordinari: Mann et al., (2010) hanno dimostrato che circa la metà dei cetacei spiaggiati vivi mostrava alterazioni uditive.

Focalizzando l'attenzione sul settore dell'esplorazione e produzione di idrocarburi si riporta lo studio relativo al Golfo del Messico, dove sono stati valutati gli effetti dovuti ad un'attività mineraria caratterizzata da 3.580 impianti (numeri non comparabili alle attività svolte in Italia), e da un numero elevato di operazioni di esplorazione sismica con Airgun (quindi un elevato numero di acquisizioni ed un elevato tempo di esposizione; Thomsen et al., 2011). A questo caso sono stati associati potenziali effetti di PTS o TTS con scarse evidenze reali ed un elevato grado di incertezza (Thomsen et al., 2011). Altri studi su altre aree hanno portato a risultati simili (vedi ad esempio lo stesso studio sulla Costa Californiana e Scozzese).

L'Airgun usato durante le prospezioni geologiche, a scopo industriale e scientifico, è una sorgente sonora spesso ritenuta dannosa, non solo per i cetacei ma anche per altri gruppi tassonomici (fauna bentonica, invertebrati, pesci, zooplankton; Weilgart, 2013). Quello che emerge è che a fronte di alcuni resoconti relativi agli effetti di questa tecnologia sui cetacei, che riportano alterazioni del nuoto e dei comportamenti alimentari e sociali; sia nei mysticeti (Gordon et al., 2004; Di Iorio & Clark, 2010) sia negli odontoceti (Stone & Tasker, 2006; Weir, 2008; Miller et al., 2009), e a volte correlati a spiaggiamenti di massa, soprattutto per le specie che compiono immersioni profonde (*deep divers*) dalla letteratura scientifica (Hildebrand, 2005) e dall'opinione pubblica, esistono pochi dati relativi a cambiamenti significativi nello stato di salute dei cetacei a seguito dell'esposizione ad *Airgun* (Romano et al., 2004; Gray & Van Waerebeek, 2011).

Questo anche perché la relazione tra le attività di esplorazione e produzione e la conservazione dei cetacei è ancora poco studiata (Thomsen et al., 2011).

Un unico rapporto, stilato da una commissione internazionale, stabilisce un nesso spaziale e temporale tra uno spiaggiamento di un gruppo di peponocefali (*Peponocephala electra*) e

prospezioni geologiche in Madagascar nel 2008, ma in quel caso non furono eseguite indagini *post-mortem* (Southall et al., 2013) per accertarne l'effetto. Forse anche per questo motivo non si hanno ancora prove certe dell'impatto degli Airgun: condurre ricerche approfondite sugli effetti sia a breve che a lungo termine sia a livello di individui colpiti che di effetti sulle popolazioni è quindi indispensabile.

Le prospezioni con Airgun, anche potendone limitare gli effetti diretti attraverso opportune operazioni di mitigazione, producono un campo sonoro che si estende per circa 100 km (Nieukirk et al., 2012; Sciacca et al., 2016, 2017; Nowacek et al., 2015). All'interno di questo campo sonoro gli animali subiscono un livello di rumore che può indurre alterazioni comportamentali (Castellote et al., 2012), spingere ad abbandonare un'area a loro utile per l'alimentazione o a muoversi verso aree per loro pericolose come bassi fondali (specifiche norme di mitigazione richiedono una attenta pianificazione delle aree di prospezione e della successione delle linee di sparo), mascherare e limitare le loro possibilità di comunicazione (Clark & Ellison, 2004; Clark et al., 2009; Di Iorio & Clark, 2009) o di ecolocalizzazione per la cattura delle prede, provocare stress con effetti cumulativi che possono esplicare effetti negativi nel corso del tempo.

Gli Airgun sono considerati pericolosi non solo per i cetacei, ma anche per altri organismi marini. Ad esempio, sono stati effettuati alcuni studi per capire quale possa essere il loro effetto sui pesci, evidenziando danni al sistema nervoso centrale (Popper et al., 2005), orecchio interno (Song et al., 2008), soglia uditiva (Hastings et al., 2008) ed effetti più generici (Popper et al., 2016). I danni prodotti sui pesci e su altri gruppi zoologici, pur sollevando minori problemi etici, possono avere un significativo impatto sulla produttività economica delle aree colpite e sulle condizioni ecologiche generali, con ripercussioni sull'intera rete trofica e in definitiva anche sugli stessi mammiferi marini.

Le ricerche di bioacustica degli ultimi due decenni sono state per lo più orientate alla protezione dei cetacei rispetto al rumore di elevata potenza, in particolare degli Airgun, per approfondirne gli effetti connessi al disturbo e al masking, ma è evidente come lo studio dell'impatto dei *survey* sismici su queste specie sia ancora frammentario e incompleto, mancando un'osservazione degli effetti a lungo termine sulle popolazioni.

In generale, la difficoltà di condurre dettagliate analisi biologiche, ecologiche, cliniche e patologiche su numerosi organismi marini, ed in particolare sui cetacei, la difficoltà nel condurre attività sperimentale, la grande diversificazione delle sorgenti di inquinamento

acustico - generalmente distinte in impulsive e continue - determinano una grande incertezza sull'entità e la tipologia degli effetti dell'inquinamento acustico sulla fauna marina ed in particolare sui fenomeni di spiaggiamento di cetacei (Mazzariol et al., 2011).

Nel corso dell'evoluzione, i cetacei si sono adattati alle caratteristiche acustiche dell'ambiente naturale, tra cui il rumore dovuto a fenomeni idroacustici e geosismici, ma ora si trovano ad affrontare un ambiente alterato dalle attività umane anche nelle caratteristiche acustiche (traffico marino, attività di ricerca, pesca, pale eoliche offshore ecc.).

Per quanto riguarda invece lo studio e l'accertamento delle cause che portano al decesso dei mammiferi (danni fisici) è necessario effettuare accertamenti dopo la morte attraverso l'autopsia sui corpi. Tale operazione deve essere eseguita entro le 48 h dalla morte, in quanto successivamente si verifica un alto accumulo di metano che rende impossibile ogni altra analisi.

Per favorire il pronto intervento entro le 48 ore dal decesso, nell'ambito della Rete Nazionale degli Spiaggiamenti realizzata con il Ministero dell'Ambiente, il Ministero della Salute e la Guardia Costiera, è stata dislocata sull'intero territorio Nazionale l'Unità di intervento.

In questo modo l'Unità riesce ad intervenire in caso di emergenza effettuando autopsie nelle prime 48 h dopo il decesso, allo scopo di:

- studiare gli spiaggiamenti atipici;
- stimare le cause del decesso
- determinare gli effetti patologici delle onde sonore sui cetacei;
- valutare eventuali correlazioni spazio/temporali tra spiaggiamenti e attività antropiche.

In base a questi studi, così come emerso durante le riunioni del GdL T.E.S.E.O (verbale 23/02/2018), soltanto nel 5% dei casi degli spiaggiamenti la causa è antropica ma non ancora imputabile ad una sorgente specifica (i restanti casi di spiaggiamento sono legati a malattie o invecchiamento naturale o, ancora, avvengono per cause non note).

Inoltre le varie specie di cetacei sono caratterizzati da sensibilità diverse ai diversi intervalli di frequenza. Esistono quindi diversi livelli soglia per ogni specie stabiliti sulla base del nuovo rapporto tecnico del NOAA (2016), che ha abbassato i livelli soglia.

Nel 2015 l'Italia ha introdotto l'obbligo di condurre studi acustici e visivi sui mammiferi marini potenzialmente presenti nell'area di prospezione almeno per 60 giorni antecedenti la stessa (fase *ante*), e per altrettanti 60 giorni successivi alla stessa (fase *post*) (Fossati et al., 2017).

I dati raccolti attraverso questa metodologia hanno lo scopo di colmare alcuni gap conoscitivi e a perfezionare i protocolli operativi finalizzati alla protezione dei cetacei. L'attuazione di piani/protocolli organici e sinergici di ricerca e monitoraggio acustico/visivo durante le attività di prospezione con Airgun rappresenta quindi un'occasione unica anche per lo studio di tecnologie e metodi innovativi per garantire tutela e sostenibilità alle risorse marine, nonché un'opportunità di sviluppo della conoscenza in una disciplina le cui dinamiche sono ancora solo parzialmente comprese.

Con particolare riferimento ai cetacei, questi piani dovrebbero essere sviluppati prevedendo:

- l'applicazione di quanto previsto nell'ambito dei principali accordi nazionali e internazionali stipulati per tutelare i mammiferi marini dai danni di tipo acustico conseguenti le attività di prospezione geofisica (ACCOBAMS 2013, ISPRA 2012, JNCC 2015, CMS 2017) e di quanto indicato dagli specifici decreti VIA, tenendo conto dell'effettiva realizzabilità tecnica e operativa sul campo;
- l'acquisizione di dati sulla presenza e distribuzione dei cetacei nell'area di indagine sismica (anche allo scopo di fornire informazioni utili alla realizzazione di un database aggiornato per future operazioni di pianificazione), la rilevazione sistematica degli eventuali effetti dell'attività di prospezione geofisica sulle specie, e la minimizzazione del disturbo (mitigazioni real-time)

Nelle intenzioni del normatore questi monitoraggi potrebbero favorire una buona caratterizzazione della presenza dei cetacei nell'area di indagine sismica, producendo mappe di distribuzione/diversità dei rilevamenti visivi/acustici, e di densità, fornendo allo stesso tempo una descrizione del comportamento degli animali e delle dimensioni dei gruppi rilevati. Tali mappe dovrebbero quindi includere dati sulla distribuzione spaziale e temporale in termini di specie, numero di individui e habitat use, integrando anche le informazioni provenienti da diverse fonti, tra le quali la Banca Dati Spiaggiamenti (<http://mammiferimarini.unipv.it/>) che fornisce un quadro continuamente aggiornato sugli spiaggiamenti di cetacei che avvengono sulle coste italiane per le più svariate cause (interazioni con la pesca, collisioni, inquinamento, rumore, ecc.) e l'informazione proveniente dalle serie osservazionali sulla presenza delle diverse specie in mare.

L'impatto sui cetacei dovrebbe essere quantificato e valutato sul piano comportamentale (es. abbandono da parte della specie di habitat critici) e fisiologico, al fine di poter definire degli

standard qualitativi sia a livello di individui che a tutela delle popolazioni. Per tali valutazioni è necessario avere solide conoscenze sull'ecologia delle diverse specie, che possono essere generate solo da lunghe serie di dati osservazionali in mare. Ad oggi, infatti, pur essendo disponibili in alcune aree dei mari Italiani delle serie temporali relativamente lunghe, ad eccezione di pochi studi, la valutazione degli impatti degli Airgun risulta ancora in larga parte mancante. In conclusione, durante il lavoro del GdL T.E.S.E.O sono state riportate dagli intervistati alcune proposte per un miglioramento degli studi di ricerca per la conservazione dei mammiferi marini durante le fasi di acquisizione sismica per le quali si rimanda al verbale 15/02/2018.

6. ATTIVITA' DI ESPLORAZIONE SISMICA A SCOPI COMMERCIALI INTERNAZIONALE

Molti Paesi nel Mar Mediterraneo e nel Mar del Nord hanno promosso e promuovono "gare" per l'assegnazione di blocchi esplorativi. In alcuni casi i governi hanno scelto di procedere con il lancio delle gare sulla base di dati sismici acquisiti preventivamente mediante campagne di prospezione anche molto estese (migliaia di km²) definite MC (Multi Client) o SPEC (Speculative). Talvolta la scelta è stata quella di promuovere questo tipo di prospezioni preventivamente in un'unica campagna a livello nazionale o di bacino (Fig. 6.1).



Fig. 6.1 Campagne di Esplorazione sismica condotte tra il 2015 e il 2017 nel Mar Mediterraneo e nel Mare del Nord.

Questo approccio, mai adottato in Italia, permette alle compagnie di conoscere già in partenza le caratteristiche geologiche dell'area per valutare l'eventuale interesse minerario presente ed al contempo potrebbe essere un valido strumento per diminuire gli impatti ambientali poiché l'esecuzione di una grande campagna sismica riduce le aree di sovrapposizione generate da tante piccole campagne individuali la cui somma in termini di km² e intensità operativa è maggiore di quanto determinato da una singola campagna.

Alcune delle compagnie ad oggi più attive in queste attività di vasta area sono:

- PGS²³
- Polarcus²⁴
- TGS²⁵
- Schlumberger - WesternGeco²⁶

E' innegabile che in alcuni nazioni la difficoltà di operare in alcune aree, spesso determinata da un rallentamento delle procedure creato anche dalla bassa accettabilità delle attività di acquisizione sismica, ha portato nel tempo ad una diminuzione drastica delle attività di esplorazione e delle richieste degli operatori.

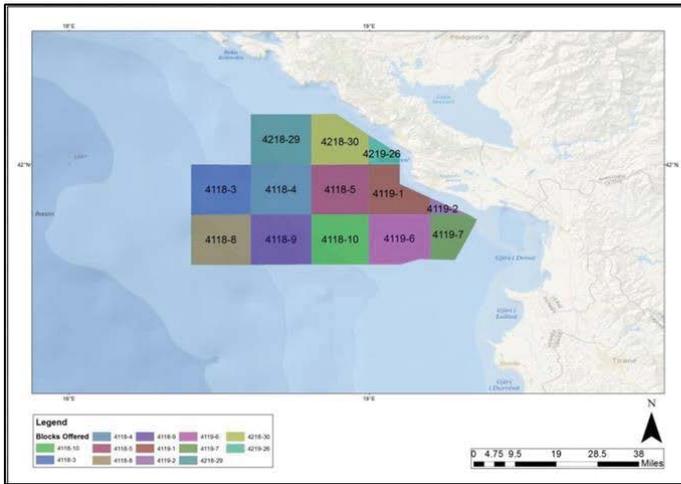
Di seguito sono riportati i paesi del Mediterraneo e del Nord Europa che nel recente passato hanno organizzato License Round (LR) con offerta di Blocchi per l'esplorazione *oil & gas* corredati di dati sismici MC (Fig. da 6.2 a 6.9).

²³ **Petroleum Geo-Services (PGS)** offre servizi sismici offshore per le compagnie. Le offerte di prodotti spaziano dalla pianificazione dei sondaggi, all'acquisizione dei dati, attraverso l'imaging avanzato, fino all'analisi e all'interpretazione dei giacimenti. La sua libreria MultiClient è molto estesa e qualificata. PGS è presente in oltre 10 paesi con sede a Oslo, in Norvegia.

²⁴ **Polarcus** è un'innovativa azienda geofisica marina con un pionieristico programma ambientale, che offre servizi di acquisizione sismica e dati di librerie Multi-Client e imaging di dati sismici per aiutare le società energetiche a trovare riserve di petrolio e gas in mare aperto. Offre servizi di acquisizione dati sismici offshore nel settore E&P avvalendosi di una flotta di navi sismiche 3D ad alte prestazioni dotate di tecnologie marittime all'avanguardia per migliorare la sicurezza, l'efficienza e la protezione dell'ambiente. La società, fondata nel 2008 a Dubai, è anche uno degli sponsor e partecipanti attivi del gruppo di lavoro Sound & Marine Life. www.polarcus.com

²⁵ **TGS** è stata fondata a Houston nel 1981 e nel tempo ha costruito la banca dati multi-cliente 2D del Golfo del Messico. Da allora, TGS ha fissato lo standard per i dati geoscientifici in tutto il mondo, fornisce dati magnetometrici, log di pozzi digitali, dati di produzione e indagini direzionali, TGS offre anche servizi di elaborazione e imaging, prodotti di interpretazione e soluzioni di integrazione dei dati geofisici multi-cliente alle compagnie di esplorazione e produzione di olio e gas in tutto il mondo. Attraverso partnership strategiche, TGS offre tecnologie avanzate di acquisizione sismica offshore 4 D per la caratterizzazione e il monitoraggio di giacimenti di olio e gas. www.tgs.com

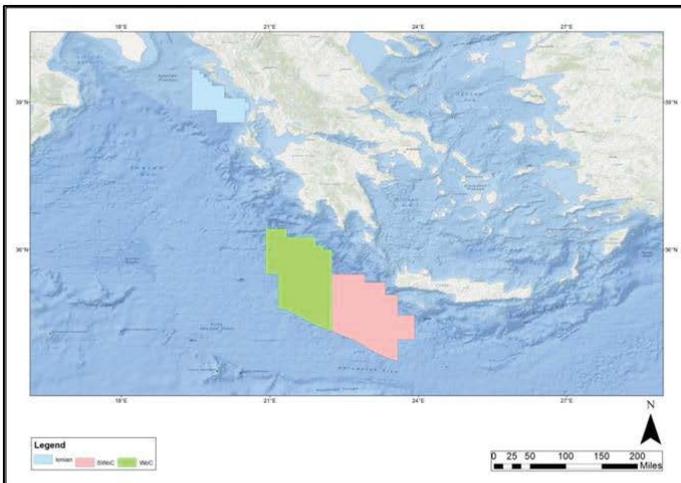
²⁶ **Schlumberger - WesternGeco**, fornisce servizi sismici completi per l'esplorazione di petrolio e gas, lo sviluppo del campo e il monitoraggio dei giacimenti. Con sede a Houston, in Texas, USA, i dipendenti di Western in tutto il mondo conducono indagini sismiche sulla terra, nelle acque profonde e attraverso le zone di transizione delle acque poco profonde. Le indagini sismiche comprendono indagini 2D e 3D ad alta risoluzione per delineare obiettivi di esplorazione ed integrare dati sismici con informazioni derivate da pozzi per descrivere le proprietà petrofisiche di un giacimento. Western Geophysics ha anche condotto alcune delle prime indagini sismiche 4-D time-lapse del settore per monitorare il movimento del fluido del serbatoio. Al forte impegno della società per lo sviluppo tecnologico è unito quello per la sicurezza ambientale. www.westerngeco.com



Country	Montenegro
# Blocks	Bidding Round
	All open blocks
Pre-Qualification Date	N/A
Deadline	15th July 2015
Award Schedule	Pending
Licensing Authority	Oil & Gas Montenegro

LR Result
<ul style="list-style-type: none"> Total acreage on offer 3000 km² ENI & Novatek signed a concession agreement covering blocks 4118-4, -5, -9, & -10 in September 2016. Energean signed a concession agreement covering blocks 4219-26 & 4218-30 in June 2016. 2D and some 3D seismic data available for bid participants 3D seismic included in IOC work program

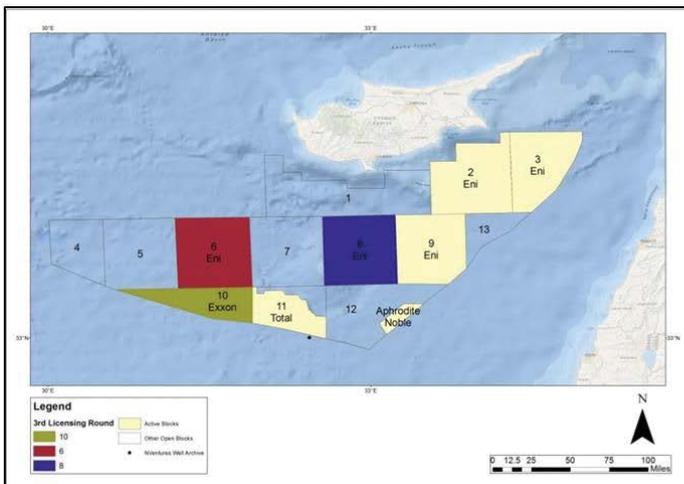
Fig. 6.2 Gara per l'apertura di aree per l'esplorazione. Montenegro, 2015 (Fonte Assomineraria)



Country	Greece
Policy	Open door under EU rules
Licensing Authority	Ministry of Environment & Energy
Award Schedule	90 days to topfile from publication in EU Journal
Blocks available	17 offshore
Current bids & deadline	2 blocks South of Crete 1 block Ionian Sea
Recent awards	Offshore block 2 Onshore Aitolokarmania

Hellenic Hydrocarbons Resources Management (HHRM) initiative
<ul style="list-style-type: none"> In mid-August 2017 HHRM announced that the reprocessing of the 12,500 km of 2D seismic acquired in 2012-2013 offshore Western Greece and South of Crete was under way since July 2017. Plans are to deliver the reprocessed data by June 2018. Subject to industry prefunding, acquire new 3D in the North Ionian Sea and up to 4,000km of 2D infills south of Crete and south of Peloponnese. Total Acreage under bid approx. 24,000 km² Interested IOC: Energean, Total, XOM, Hellenic Petroleum

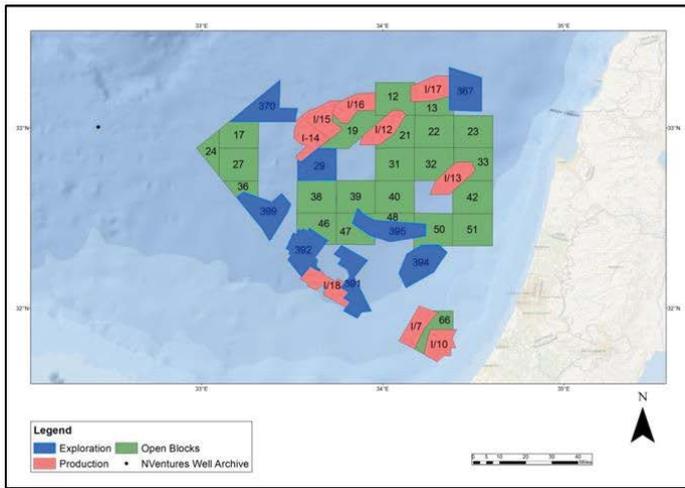
Fig. 6.3 Gara per l'apertura di aree per l'esplorazione. Grecia, 2017 (Fonte Assomineraria)



Country	Cyprus
# Blocks	3 Blocks Offered
	3 Offshore
Pre-Qualification Date	N/A
Deadline	22nd July 2016
Award Schedule	December 2016
Licensing Authority	Ministry of Energy, Commerce, Industry & Tourism

3rd LR Results
<ul style="list-style-type: none"> Total acreage on offer approx. 11,500 km² Block 6 – 4500 km² awarded to ENI and Total Block 8 – 4500 km² awarded to ENI Block 10 – 2500 km² awarded to XOM and Qatar PC 2D speculative seismic survey available to bid participants 3D seismic included in IOC work program

Fig. 6.4 Terza gara per l'apertura di aree all'esplorazione. Cipro – 2016 (fonte Assomineraria).

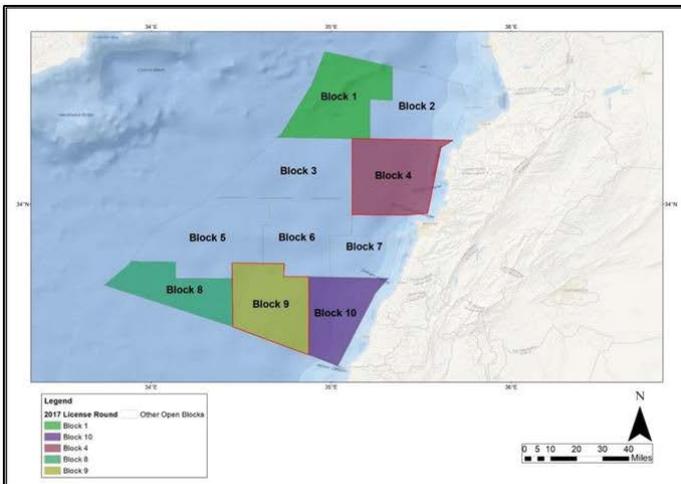


Country	Israel
# Blocks	1st Offshore Bid Round 24 Offshore Blocks
Pre-Qualification Date	N/A
Deadline	15th November 2017
Award Schedule	Pending
Licensing Authority	Ministry of National Infrastructures, Energy & Water Resources

1st LR news

- Total acreage on offer approx. 7.500 km2
- 2D seismic included in the data package
- 3D seismic part of the IOC work program
- An Indian consortium (ONGC, Bharat, Indian Oil Corporation & Oil India) and Energean have submitted bids.
- The blocks bid for have not been notified.
- A second round will take place in 2018.

Fig. 6.5 Prima gara per l'apertura di aree per l'esplorazione. Israele, 2017 (Fonte Assomineraria).



Country	Lebanon
# Blocks	Bidding Round Blocks 1, 4, 8, 9 & 10
Pre-Qualification Date	28th April 2017
Deadline	12th October 2017
Award Schedule	15th November 2017
Licensing Authority	Ministry of Energy and Water

LR Results

- The licensing round has closed, with a consortium of Total, ENI & Novatek bidding, for Blocks 4 and 9.
- Block 4 (1911km2) and 9 (1742km2) are largely covered by speculative 3D seismic surveys which had to be purchased to qualify to bid
- 46 companies had pre-qualified for the round in 2013, 12 as Operators.

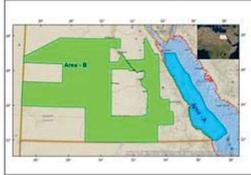
Fig. 6.6 Gara per l'apertura di aree per l'esplorazione. Libano, 2017 (Fonte Assomineraria).

Egypt – License Round – 2016

Arab Republic of Egypt
Ministry of Petroleum and Mineral Resources
Ganoub El Wadi Petroleum Holding Company

Announcement
For
NON-EXCLUSIVE MULTI-CLIENT SEISMIC SURVEY PROJECT, IN GANOUE OPEN AREAS

Ganoub El Wadi Petroleum Holding Company requests Geophysical Service Companies and Service providers to propose program to collect new geophysical data and to reprocess and update the existing data. GANOUE OPEN AREAS based on Request For Proposal process (RFP) are divided into two separate regions as follows: Area (A) offshore Egyptian Red Sea and Area (B) Onshore Upper Egypt as shown in the map and according to Non-Exclusive Multi-Client basis.



GANOUE OPEN AREAS

- Area (A) offshore Egyptian Red Sea
- Area (B) Onshore Upper Egypt

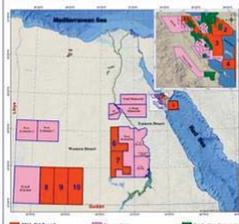
Interested Companies can review the technical data. The cost of the RFP documents is Two Thousands (2,000) US\$ and is Non-Refundable, starting from Tuesday, August 9th, 2016 at Ganoue Premises:
 El Nour Street from El Nozha Street, Nasr City, Cairo, Egypt P.O.B.: 3011 El Horria.
 More Information of Ganoue Multi-client Project, Ganoue Open Area Coordinates and Available Data can be obtained through Ganoue website: www.ganoue.com

Closing Date Thursday, December 15th, 2016 at 12:00 noon, Cairo local time

Arab Republic of Egypt
Ministry of Petroleum and Mineral Resources
Ganoub El Wadi Petroleum Holding Company

Announcement
For
The International Bid Round, 2016

Ganoub El Wadi Petroleum Holding Company (Ganoue) invites Oil and Gas Companies for 2016 International Bid Round, to explore/exploit for Oil and Gas. The Bid Round includes ten (10) Exploration blocks in South the Gulf of Suez and the Western Desert as shown in the map and according to the Production Sharing Model Agreement applied in the Arab Republic of Egypt.



South G.O.S. Blocks

Area	Area (Km ²)
1. W. Gabal El Zeit	(214 Km ²)
2. SE. Ghara	(517 Km ²)
3. E. Goleim	(541 Km ²)
4. Sea Blvd	(241 Km ²)
5. S. Sinai	(3115 Km ²)

Western Desert Blocks

Area	Area (Km ²)
6. El Kharga	(9506 Km ²)
7. S. El Kharga	(11735 Km ²)
8. W. Mesaha	(19004 Km ²)
9. Mesaha	(18974 Km ²)
10. E. Mesaha	(18950 Km ²)

Interested Companies can review the technical data and purchase the Data Packages related to the Bid Round blocks upon their prior request and according to the relevant stated fees starting Monday, August 1st, 2016 at Ganoue Premises:
 El Nour Street from El Nozha Street, Nasr City, Cairo, Egypt P.O.B.: 3011 El Horria.
 Blocks Principal Data Package, Bid Round Procedures, Terms and Conditions and the Model Agreement can be obtained through Ganoue website: www.ganoue.com

The closing date will be Wednesday, November 30th, 2016 at 12:00 noon, Cairo local time

Explorations 2015-2017 - An Overview - Ing. Pietro Cavanna - 15.12.2017

Fig. 6.7 Gara per l'apertura di aree per l'esplorazione. Egitto, 2016 (Fonte Assomineraria).

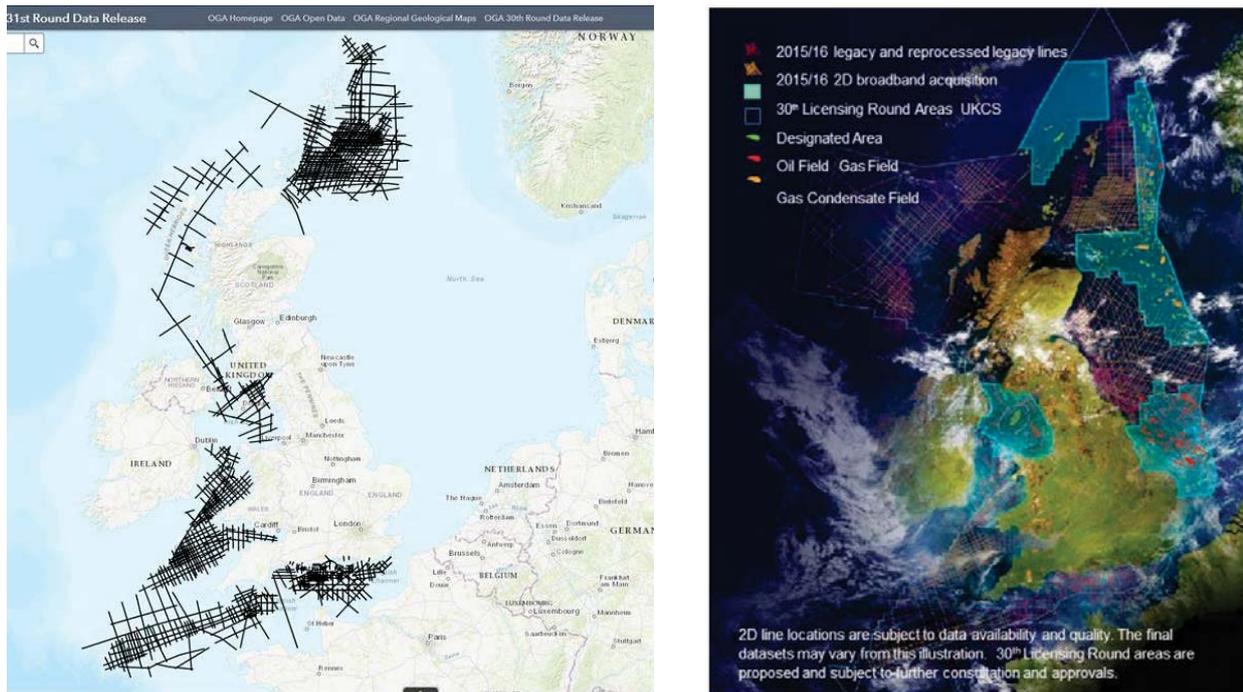


Fig. 6.8 Gara per l'apertura delle aree per l'esplorazione. (UK, 2015/2016) (fonte Assomineraria).

Norway – APA 2017

Awards in Predefined Areas **2017** - announcement

- Happens every 2 years on mature areas, alternate with License Round (frontier areas)
- Total 87 blocks, 34 blocks in the Norwegian Sea and 53 blocks in the Barents Sea
- The application deadline for companies 1st of September 2017.
- Award of new production licenses expected at the beginning of 2018.
- A total of 39 companies had submitted applications for new acreage
- The number of applications received is more than 50 per cent higher than in last year's APA-round, and approximately 20 per cent higher than the previous record number of applications received in APA 2014.

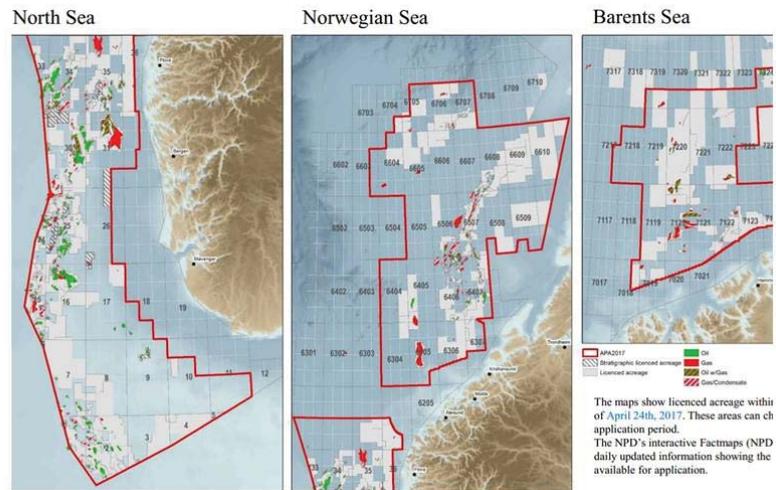


Fig. 6.9 Gara per l'apertura di aree per l'esplorazione. Norvegia, 2017. (Fonte Assomineraria).

NAZIONALE

In generale è da riportare che dal 2011 non è stata fatta acquisizione sismica in mare a scopi commerciali in Italia (600 km 2D in F.R 39. NP e F.R 40. NP Zone F) (Fig. 6.10).

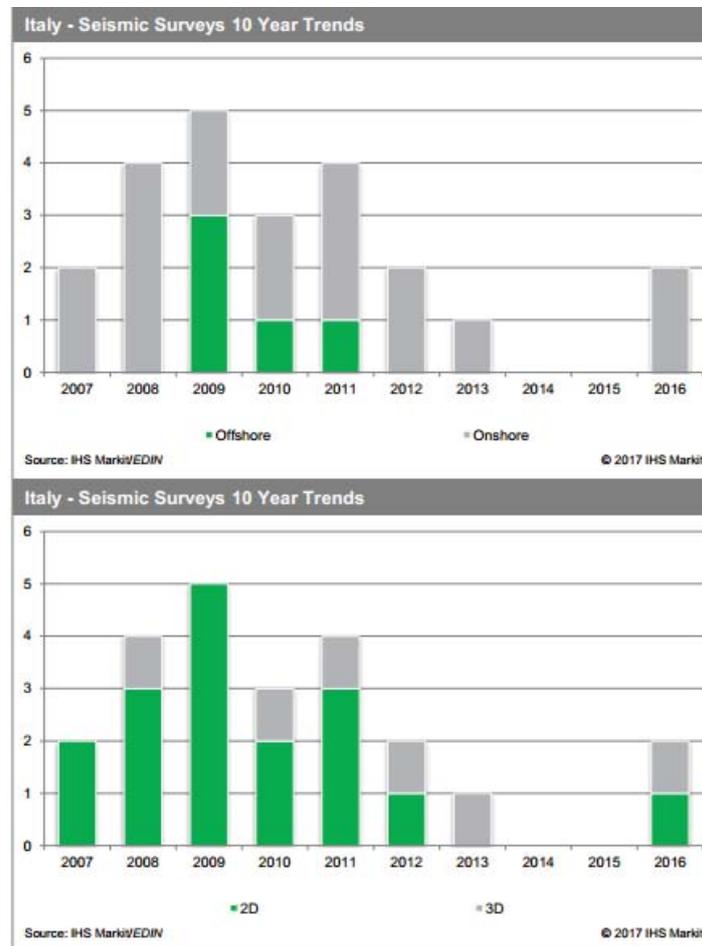


Fig. 6.10 Di seguito il trend delle acquisizioni sismiche in Italia negli ultimi 10 anni (IHS, 2017).

Al fine del presente lavoro è stata quindi effettuata una ricognizione delle istanze (ovvero delle richieste da parte degli operatori per l'avvio di attività di prospezione e di ricerca) e di titoli minerari conferiti per il permesso di ricerca per i quali sono in programma attività di acquisizione sismica 2D/3D nel prossimo o immediato futuro, sulla base di quanto riportato nei programmi lavori.

Dalla suddetta ricognizione è stato possibile ricavare delle tabelle di sintesi e delle cartografie tali da consentire una lettura immediata delle aree che potrebbero essere interessate da campagne di acquisizione sismica. In totale sono state analizzate 8 istanze di permesso di prospezione (di cui 4 interessate da future attività di acquisizione sismica) (Fig. 6.11 e Tab. 6.1), 29 istanze di permesso di ricerca (di cui 25 interessate da future attività di acquisizione sismica) (Fig. 6.12 e Tab. 6.2) e 24 permessi di ricerca (di cui 7 interessate da future attività di

acquisizione sismica) (Fig. 6.13 e Tab. 6.3); le motivazioni della “assenza” di attività di acquisizione in determinati titoli e istanze, come meglio dettagliato nelle tabelle di seguito, sono variamente legate a (i) aree in cui non è necessario effettuare nuova sismica, (ii) aree in cui sarà effettuata una rielaborazione di sismica già acquisita, (iii) acquisto rilievi sismici da terzi e infine (iv) aree in cui la Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) ha avuto esito negativo. Tutti i titoli e le istanze analizzate sono accompagnate dalle informazioni sullo stato di attuazione o di analisi della VIA o dei relativi Decreti.

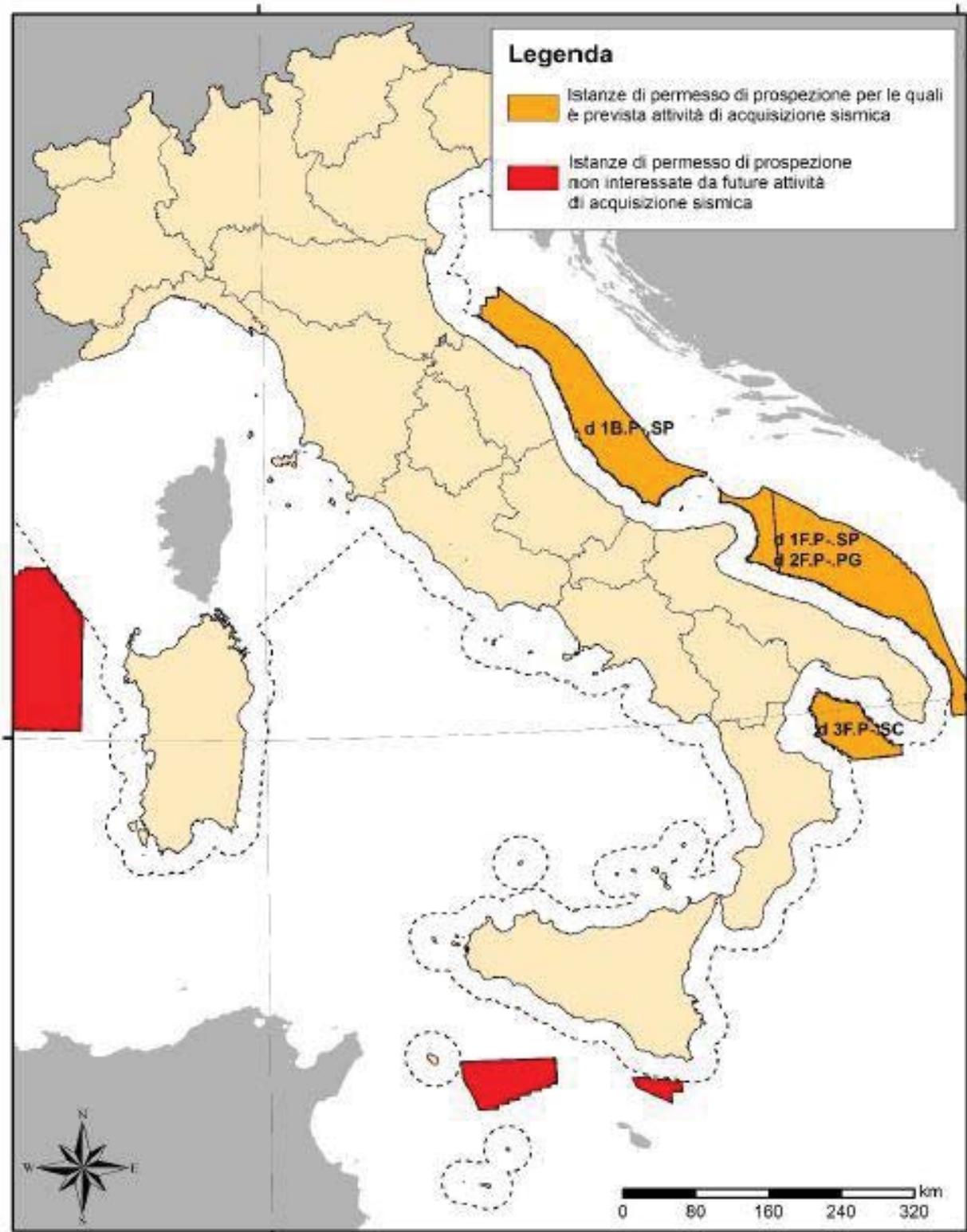


Figura 6.11 - Ricognizione istanze di permesso di prospezione; in rosso quelle non interessate da future attività di acquisizione sismica (a cura di DGS UNMIG).

TAB. 6.1 - ISTANZE DI PERMESSO DI PROSPEZIONE*

Id	Nome	Società	Area km ²	VIA
404	d 1 B.P.-SP	Spectrum Geo Limited	13700	I permessi di prospezione d 1 B.P.-SP e d 1 F.P.-SP sono ubicati rispettivamente nel Mare Adriatico centrale e Meridionale, ed hanno un'estensione di 14.128 km ² e 16.169 km ² . Il programma dei lavori prevede la registrazione di profili geofisici con la tecnica della sismica a riflessione 2D , per complessivi (somma delle due campagne della società) di 8.134 km di profili sismici. DM-0000103 - 2015 - Positivo con prescrizioni
596	d 1 C.P.-SC	Schlumberger Italiana	2166	L'area del permesso di prospezione ha una estensione di 2.190 km ed è ubicata nella Zona Marina "C". Il progetto prevede un'indagine geofisica 3D, con l'acquisizione di circa 5.982 km di linee sismiche mediante tecnologia airgun, per comprendere l'estensione e la natura delle strutture geologiche presenti nella zona del Canale di Sicilia. DM-0000356 - 2016 - Negativo
591	d 1 E.P.-SC	Schlumberger Italiana	20200	L'area del permesso di prospezione ha una superficie di 20922 km ² ed è ubicata nel mar di Sardegna nella Zona E. Il progetto prevede la realizzazione di una indagine geofisica 2D dell'area per comprendere l'estensione e la natura delle strutture geologiche. DM-0000240 - 2015 - Negativo
405	d 1 F.P.-SP	Spectrum Geo Limited	16210	I permessi di prospezione d 1 B.P.-SP e d 1 F.P.-SP sono ubicati rispettivamente nel Mare Adriatico centrale e Meridionale, ed hanno un'estensione di 14.128 Km ² e 16.169 Km ² . Il programma dei lavori prevede la registrazione di profili geofisici con la tecnica della sismica a riflessione 2D , per complessivi (somma delle due campagne della società) di 8.134 di profili sismici. DM-0000103 - 2015 - Positivo con prescrizioni
597	d 1 G.P.-SC	Schlumberger Italiana	4214	L'area del permesso di prospezione ha una estensione di 4.209 km ² ed è ubicata nella Zona Marina "G". Il progetto prevede un'indagine geofisica 3D per comprendere l'estensione e la natura delle strutture geologiche presenti nella zona del Canale di Sicilia. Esito CTVIA: Negativo. Preavviso rigetto dell'istanza.
604	d 2 E.P.-TG	TGS-NOPEC Geophysical Company ASA	20200	Il progetto prevede l'acquisizione di circa 7818 km di linee sismiche 2D e la successiva acquisizione di dati attraverso indagini geofisiche 3D su un'area di circa 6000 km ² nel mar di Sardegna zona E. DM-0000183 - 2017 - Negativo.
414	d 2 F.P.-PG	Petroleum Geo Service Asia Pacific	14200	L'area del permesso di prospezione ha un'estensione di circa 14327 km ² ed è ubicata nella zona antistante le coste pugliesi, ricadendo quasi interamente all'interno della zona marina F. Il progetto prevede un rilievo sismico 2D per l'individuazione dell'estensione e della natura delle strutture geologiche presenti nell'Adriatico meridionale. DM-0000120 - 2015. Positivo con prescrizioni
598	d 3 F.P.-SC	Schlumberger Italiana	4025	L'area del permesso di prospezione ha una estensione di 4.030 km ² ed è ubicata nella Zona Marina "F". Il progetto prevede l'acquisizione di circa 4.285 km di linee sismiche 3D utilizzando la tecnologia airgun per comprendere l'estensione e la natura delle strutture geologiche presenti nel Golfo di Taranto. DM-0000289 - 2016 - Positivo con prescrizioni

* in rosso vengono evidenziate le istanze di permesso di prospezione che per i motivi illustrati nella colonna VIA non prevedono l'esecuzione di future indagini geofisiche 2D/3D

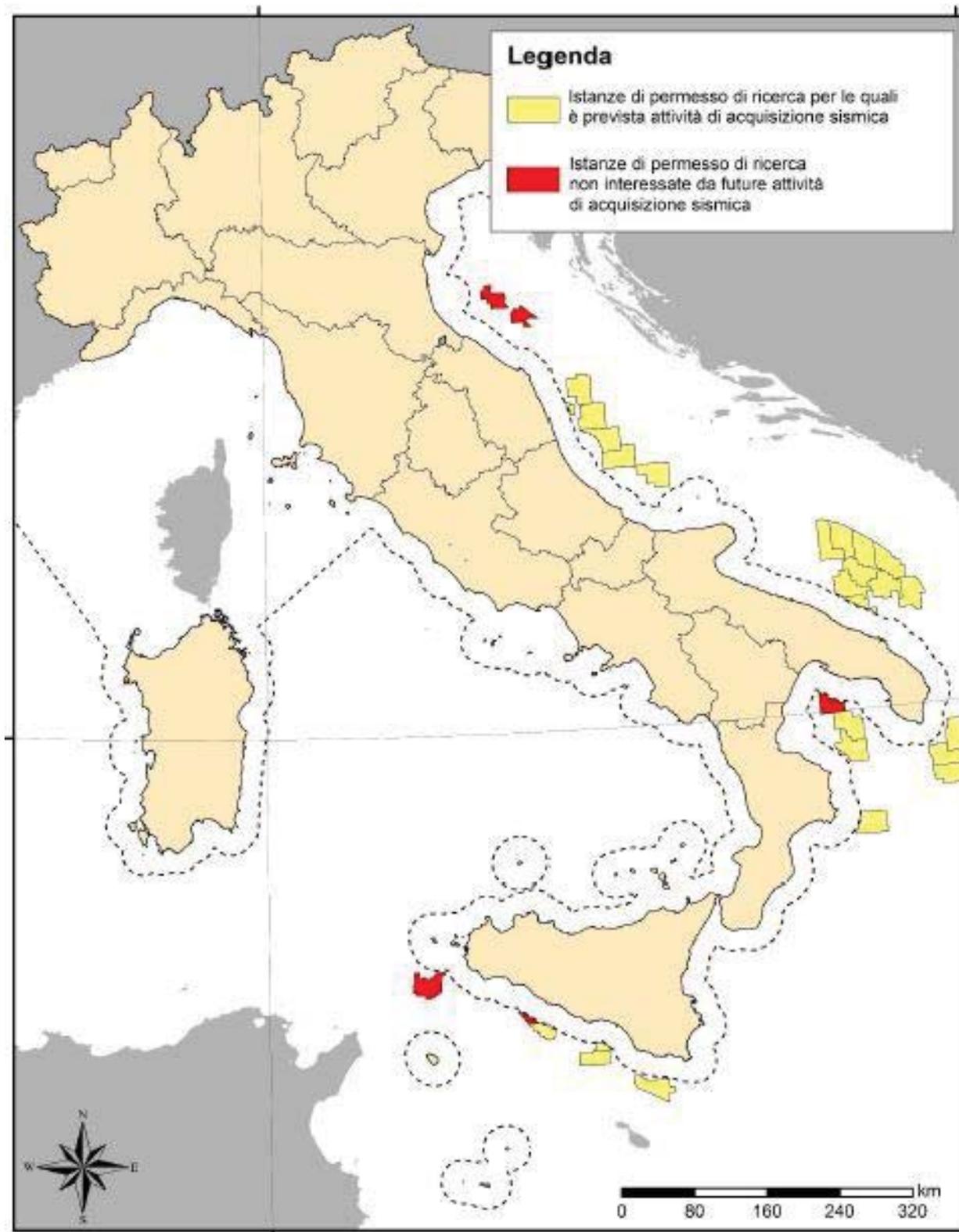


Figura 6.12 – Ricognizione delle istanze di permesso di ricerca; in rosso quelle non interessate da future attività di acquisizione sismica (a cura DGS UNMIG).

TAB. 6.2 - ISTANZE DI PERMESSO DI RICERCA*

Id	Nome	Società	Area km ²	Via
298	d 28 G.R.-AG	Eni (60% r.u.) Edison (40%)	456,5	Il permesso di ricerca è ubicato nel Canale di Sicilia nella Zona G ed ha una estensione di 456,80 km ² . Il progetto prevede la rielaborazione di studi geologici e geofisici e di studi sismici esistenti e l' acquisizione sismica 3D , che interesserà contestualmente sia l'area del permesso di ricerca d 28 G.R.-AG, che l'area del limitrofo permesso di ricerca d 33 GR-AG confinante a nord. DM VIA 268/2016
304	d 30 G.R.-NP	Northern Petroleum Lt d (100%)	279,7	Il permesso di ricerca ha una superficie di 334.5 km ² ed è ubicata nel Canale di Sicilia, a sud-ovest di Porto Empedocle ed Agrigento, nella Zona G. Il progetto prevede l'esecuzione dello studio geologico regionale, la rielaborazione e interpretazione di 200km di dati geofisici esistenti e successiva acquisizione di 150km di nuovi dati geofisici. ISTRUTTORIA TECNICA CTVIA
315	d 33 G.R.-AG	Eni (60% r.u.) Edison (40%)	120,9	Il permesso di ricerca è ubicato nel Canale di Sicilia nella Zona G ed ha una estensione di 153,90 km ² . Il progetto prevede la rielaborazione di studi geologici e geofisici e di studi sismici esistenti e l' acquisizione sismica 3D , che interesserà contestualmente sia l'area del permesso di ricerca d 33 G.R.-AG, che l'area del limitrofo permesso di ricerca d 28 GR-AG confinante a sud. ISTRUTTORIA TECNICA CTVIA
134	d 60 F.R.-NP	Northern Petroleum Lt d (100%)	741,8	Il permesso di ricerca è ubicato nel Mare Adriatico Meridionale, nella Zona "F", al largo della costa pugliese a 50 km a nord di Brindisi, su una superficie di 741,8 km ² . La ricerca prevede l'esecuzione dello studio geologico regionale, la rielaborazione ed interpretazione di 150km di dati sismici esistenti e la successiva acquisizione di 300km di nuovi dati sismici 2D. DM-0000109-2015 Positivo con prescrizioni
136	d 61 F.R.-NP	Northern Petroleum Lt d (100%)	720,6	Il permesso di ricerca è ubicato nel Mare Adriatico Meridionale, nella Zona "F". L'area è ubicata a circa 70km a nord-est di Brindisi, a circa 60km ad est di Bari, su una superficie di 733,5 km ² . La ricerca prevede l'esecuzione dello studio geologico regionale, la rielaborazione ed interpretazione di 100km di dati sismici esistenti, e successiva acquisizione di 300km di nuovi dati sismici 2D. DM-0000106 - 2015 - POSITIVO CON PRESCRIZIONI
300	d 65 F.R.-NP	Northern Petroleum Lt d (100%)	729,3	Il permesso di ricerca è ubicato nel Mare Adriatico Meridionale, nella Zona "F". L'area è ubicata a nord-est di Brindisi, su una superficie di 729,3 km ² . La ricerca prevede l'esecuzione dello studio geologico regionale, la rielaborazione ed interpretazione di 150÷300km di dati sismici esistenti e successiva acquisizione di 250÷500km di nuovi dati sismici 2D. DM-0000107 - 2015 - POSITIVO CON PRESCRIZIONI
299	d 66 F.R.-NP	Northern Petroleum Lt d (100%)	711,6	Il permesso di ricerca è ubicato nel Mare Adriatico Meridionale, nella Zona "F". L'area è ubicata a nord-est di Monopoli e Fasano, su una superficie di 711,6 km ² . La ricerca prevede l'esecuzione dello studio geologico regionale, la rielaborazione ed interpretazione di 150÷300km di dati sismici esistenti e la successiva acquisizione di 250÷500km di nuovi dati sismici 2D. DM-0000105 - 2015 - POSITIVO CON PRESCRIZIONI
306	d 67 F.R.-AG	Eni (100%)	441,5	Non è prevista nuova acquisizione sismica. Nota DVA 29714 del 06/12/2012 - nessuna necessità di attivare VIA.
410	d 79 F.R.-EN	Aleanna Italia (100%)	748,7	Il progetto prevede indagine geofisiche in mare finalizzate all'individuazione di giacimenti di idrocarburi gassosi nel sottosuolo marino, nell'area ubicata nel Golfo di Taranto ad una distanza minima dalla costa pari a 35 km. DM-0000122 - 2015 - POSITIVO CON PRESCRIZIONI

556	d 80 F.R.-GP	Global Petroleum Limit ed (100%)	744,8	L'area del permesso di prospezione ha una estensione di 744,8 km ² ed è ubicata nel bacino dell'Adriatico meridionale, zona F a largo delle coste pugliesi. Il progetto prevede l'acquisizione e l' elaborazione di circa 265 km di linee sismiche 2D mediante tecnologia airgun ed un'eventuale rilievo geofisico 3D su un'area di circa 50 km². DM-0000222 - 2017 - POSITIVO CON PRESCRIZIONI
557	d 81 F.R.-GP	Global Petroleum Limit ed (100%)	749,9	L'area del permesso di prospezione ha una estensione di 749,9 km ² ed è ubicata nel bacino dell'Adriatico meridionale, zona F a largo delle coste pugliesi. Il progetto prevede l' acquisizione e l'elaborazione di circa 235 km di linee sismiche 2D mediante tecnologia airgun ed un'eventuale rilievo geofisico 3D su un'area di circa 50 km². DM-0000251 - 2017 - POSITIVO CON PRESCRIZIONI
558	d 82 F.R.-GP	Global Petroleum Limit ed (100%)	745,7	L'area del permesso di prospezione ha una estensione di 745,7 km ² ed è ubicata nel bacino dell'Adriatico meridionale, zona F a largo delle coste pugliesi. Il progetto prevede l' acquisizione e l'elaborazione di circa 280 km di linee sismiche 2D mediante tecnologia airgun ed un'eventuale rilievo geofisico 3D su un'area di circa 100 km². DM-0000283 - 2016 - POSITIVO CON PRESCRIZIONI
559	d 83 F.R.-GP	Global Petroleum Limit ed (100%)	745,3	L'area del permesso di prospezione ha una estensione di 745,3 km ² ed è ubicata nel bacino dell'Adriatico meridionale, zona F a largo delle coste pugliesi. Il progetto prevede l' acquisizione e l'elaborazione di circa 265 km di linee sismiche 2D mediante tecnologia airgun ed un'eventuale rilievo geofisico 3D su un'area di circa 100 km². DM-0000284 - 2016 - POSITIVO CON PRESCRIZIONI
560	d 84 F.R.-EL	Edison (100%)	729,2	Il permesso di ricerca ha una superficie di 729,20 km ² ed è ubicato nel mar Ionio settentrionale nella zona F. Il progetto prevede l'acquisizione ed il <i>reprocessing</i> dei dati sismici esistenti e l'eventuale acquisizione di un nuovo rilievo sismico 3D. In corso di valutazione ambientale.
571	d 87 F.R.-GM	Global MED llc (100%)	729,5	L'area del permesso di prospezione ha una estensione di 737,5 km ² ed è ubicata nel Mar Ionio settentrionale, zona "F", a largo delle coste calabresi. Il progetto prevede l'acquisizione di circa 225 km di linee sismiche 2D mediante tecnologia airgun ed un eventuale rilievo geofisico 3D. DM-0000252 - 2017 - Positivo con prescrizioni.
572	d 89 F.R.-GM	Global MED llc (100%)	744,6	L'area del permesso di prospezione ha una estensione di 744,6 km ² ed è ubicata nel Mar Ionio settentrionale, zona "F", a largo delle coste pugliesi. Il progetto prevede l'acquisizione di circa 147 km di linee sismiche 2D mediante tecnologia airgun ed un eventuale rilievo geofisico 3D. DM-0000224 - 2017 - Positivo con prescrizioni.
573	d 90 F.R.-GM	Global MED llc (100%)	749,1	L'area del permesso di prospezione ha una estensione di 749,1 km ² ed è ubicata nel Mar Ionio settentrionale, zona "F", a largo delle coste pugliesi. Il progetto prevede l'acquisizione di circa 153 km di linee sismiche 2D mediante tecnologia airgun ed un eventuale rilievo geofisico 3D. DM-0000250 - 2017 - Positivo con prescrizioni.
595	d 92 F.R.-EN	Aleanna Italia (100%)	748,7	Possibile eventuale acquisizione di 200 km² di sismica 3D. In corso di VIA.
137	d 149 D.R.-NP	Northern Petroleum Ltd (100%)	264,4	Il permesso di ricerca è ubicato nel Mare Adriatico Meridionale, nella Zona "F", ad est di Monopoli, Fasano ed Ostuni, e si estende su una superficie di 264,20 km ² . La ricerca prevede l'esecuzione dello studio geologico regionale, la rielaborazione ed interpretazione di 150km di dati sismici esistenti e la successiva acquisizione di 250km di nuovi dati sismici 2D. DM-0000121 - 2015 - Positivo con prescrizioni
562	d 171 A.R.-AG	Eni (100%)	343,5	Non è prevista nuova acquisizione sismica. In corso di VIA.
565	d 173 A.R.-AD	Adriatic Oil Plc (100%)	430,8	Non è prevista nuova acquisizione sismica. Nota DVA 23183 del 14/07/2014 - esonero VIA.

312	d 359 C.R.-TU	Transunion Petroleum Italia (50% r.u.) Nautical Petroleum (50%)	697,4	Il permesso di ricerca ha un'estensione di 697,4 Km ² ed è situata nel Canale di Malta, vicino al limite delle acque territoriali con Malta nella zona marina C. Il progetto prevede l' acquisizione di 100 Km di linee sismiche. DM-0000123 – 2015 - Positivo con prescrizioni.
345	d 363 C.R.-AX	Audax Energy (100%)	724,6	Non è prevista nuova acquisizione sismica. Nota DVA 16399 del 28/05/2014 – esonero VIA prima fase.
279	d 503 B.R.-CS	Apennine Energy (100%)	82,61	Il permesso di ricerca ha una superficie di 138,09 km ² ed è ubicato nel mare Adriatico a largo della costa marchigiana nella zona C. Il progetto prevede l'acquisizione ed il <i>reprocessing</i> dei dati sismici esistenti, l'acquisizione di un nuovo rilievo sismico 2D e la perforazione di due pozzi esplorativi. DM-0000111 – 2015 - Positivo con prescrizioni.
266	d 505 B.R.-EL	Petroceltic Italia (100%)	729,7	Prevista acquisizione linee sismiche 2D , ed eventualmente 3D. DECRETO VIA 126/2011 – POSITIVO CON PRESCRIZIONI
607	d 506 B.R.-EN	Aleanna Italia (100%)	716,4	Eventuale acquisizione di 300 km di sismica 2D. In corso di VIA.
600	d 507 B.R.-EN	Aleanna Italia (100%)	744,6	Eventuale acquisizione di 300 km di sismica 2D. In corso di VIA.
601	d 508 B.R.-EN	Aleanna Italia (100%)	695,3	Eventuale acquisizione di 300 km di sismica 2D. In corso di VIA.
602	d 509 B.R.-EN	Aleanna Italia (100%)	739,5	Eventuale acquisizione di 300 km di sismica 2D. In corso di VIA.

* in rosso vengono evidenziate le istanze di permesso di ricerca che per i motivi illustrati nella colonna VIA non prevedono l'esecuzione di future indagini geofisiche 2D/3D.

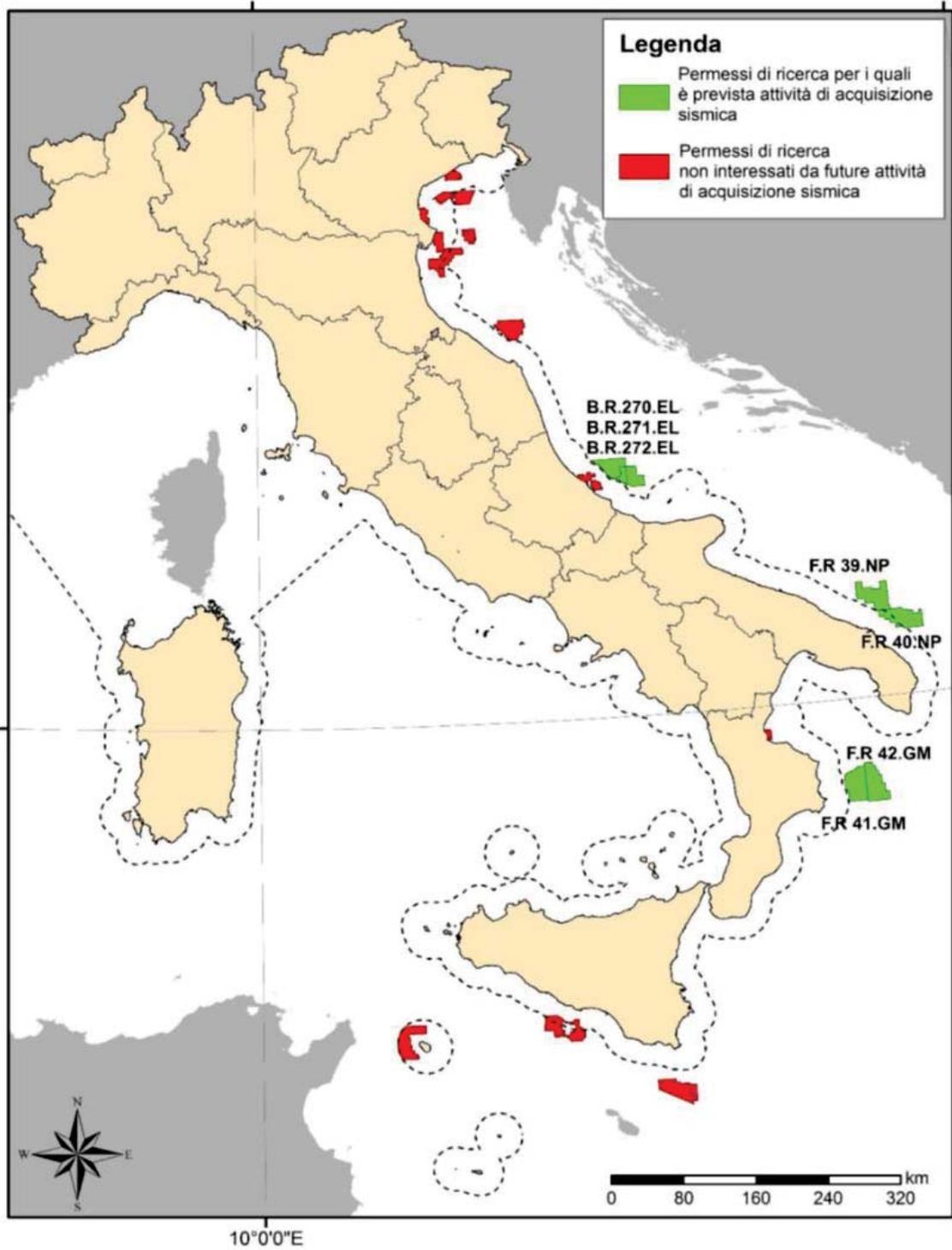


Figura 6.13 - Ricognizione dei permessi di ricerca; in rosso quelli non interessati da future attività di acquisizione sismica (fonte DGS UNMIG).

TAB. 6.3 - PERMESSI DI RICERCA

(*) Un titolo sospeso per decorso temporale non è scaduto ma è ancora vigente.

(**) i permessi ricadenti nella zona dell'Alto Adriatico sono soggetti ad "accertamento della non sussistenza di effetti sulla subsidenza sulla base di nuovi e aggiornati studi, che dovranno essere presentati dai titolari dei permessi di ricerca e delle concessioni di coltivazione, utilizzando i metodi di valutazione più conservativi e prevedendo l'uso delle migliori tecnologie disponibili per la coltivazione" (D.L. 25 giugno 2008 n 112 che modifica L. 9 gennaio 1991 n 9).

Titolo	Società	Interferenza	Stato VIA/Decreto VIA	Sismica SI/NO	Metodo di acquisizione
A.R 78.RC	Eni	off 12 miglia	Sospeso(*)(**) dal 3/12/1999 sino agli accordi di programma previsti dal Decreto VIA del Ministero dell'ambiente n 4507 del 03/12/1999.	SI eseguita	Rilievo sismico 2D di 110km
A.R 80.AG	Eni	parzialmente on 12 miglia (interferenza > 50%)	Sospeso(*)(**)dal 3/12/1999 sino agli accordi di programma previsti dal Decreto VIA del Ministero dell'ambiente n 4507 del 03/12/1999.	SI eseguita	Rilievo sismico 2D e 3D. 8062.74 km lineari. Acquisito.
A.R 81.FR	Eni	off 12 miglia	Sospeso(*)(**) dal 11/9/1996 sino a pronuncia di compatibilità ambientale da parte del Ministero Ambiente.	SI eseguita	Rilievo sismico 3D. Acquisito.
A.R 87.AG	Eni	parzialmente on 12 miglia (interferenza < 50%)	Sospeso(*)(**) dal 03/12/1999 sino agli accordi di programma previsti dal Decreto VIA del Ministero dell'ambiente n 4507 del 03/12/1999.	SI eseguita	-
A.R 91.EA	Eni	totalmente on 12 miglia	-	-	-
A.R 92.EA	Eni	totalmente on 12 miglia	-	-	-
A.R 93.EA	Eni	totalmente on 12 miglia	-	-	-
A.R 94.PY	Po Valley Operations Pty	parzialmente on 12 miglia (interferenza > 50%)	Conferito nel 2012, in scadenza al 2018. Presentata istanza di concessione.	NO In fase di istruttoria tecnica CTVIA	Acquisto data base sismico esistente e rielaborazione linee sismiche acquistate da ENI
B.R268.RG	Petroceltic Italia	totalmente on 12 miglia	-	-	-
B.R269.GC	Rockhopper Italia	totalmente on 12 miglia	-	-	-

B.R270.EL (derivante dall'istanza di permesso d 492 BR EL)	Petroceltic Italia	off 12 miglia	Sospeso(*). Necessità di predisporre degli specifici progetti esecutivi dei rilevamenti sismici previsti nel permesso in linea con vincoli, adempimenti e prescrizioni amministrative che il MATTM impone da ultimo su attività di acquisizione dati geofisici in mare. Decreto VIA 468 del 12/09/2011 relativo alla ricerca sismica con la tecnica degli airgun.	SI	2D - 3D
B.R271.EL (derivante dall'istanza di permesso d 493 BR EL)	Petroceltic Italia	off 12 miglia	Sospeso(*). Necessità di predisporre degli specifici progetti esecutivi dei rilevamenti sismici previsti nel permesso in linea con vincoli, adempimenti e prescrizioni amministrative che il MATTM impone da ultimo su attività di acquisizione dati geofisici in mare. Decreto VIA 280 del 23/05/2011 relativo alla ricerca sismica con la tecnica degli airgun.	SI	2D - 3D
B.R272.EL (derivante dall'istanza di permesso d 507 BR EL)	Petroceltic Italia	off 12 miglia	Sospeso(*). Necessità di predisporre degli specifici progetti esecutivi dei rilevamenti sismici previsti nel permesso in linea con vincoli, adempimenti e prescrizioni amministrative che il MATTM impone da ultimo su attività di acquisizione dati geofisici in mare. Decreto VIA 470 del 13/09/2011 relativo alla ricerca sismica con la tecnica degli airgun.	SI	2D - 3D
B.R273.EN	Aleanna Italia	off 12 miglia	Titolo vigente. Non è prevista attività di acquisizione di dati sismici ma solo rielaborazione di linee sismiche esistenti. MATTM non ritiene necessaria espressione di VIA.	NO	Non prevista acquisizione sismica
C.R146.NP	NORTHERN PETROLEUM (UK) LTD	off 12 miglia	Sospeso (reperimento impianto di perf) (*). Non è prevista attività di acquisizione di dati sismici ma solo rielaborazione di linee sismiche esistenti. MATTM non ritiene necessaria espressione di VIA.	NO	Non prevista acquisizione sismica
C.R149.NP	NORTHERN PETROLEUM (UK) LTD	off 12 miglia	Titolo vigente. Non è prevista attività di acquisizione di dati sismici ma solo rielaborazione di linee sismiche esistenti. MATTM non ritiene necessaria espressione di VIA.	NO	Non prevista acquisizione sismica
D.R 74.AP	Apennine Energy	totalmente on 12 miglia	-	-	-
F.R 39.NP	NORTHERN PETROLEUM (UK) LTD	parzialmente on 12 miglia (interferenza < 50%)	Sospeso(*). Decreto VIA con prescrizioni. Sospensione motivata dalla necessità di provvedere a quanto previsto dal decreto di compatibilità ambientale per l'esecuzione del rilievo sismico 3D previsto nel Permesso di Ricerca. Verifica di assoggettabilità a VIA n.931 del 13/01/2012.	SI in programma	3D
F.R 40.NP	NORTHERN PETROLEUM	parzialmente on 12 miglia	Sospeso(*). Decreto VIA con prescrizioni. Sospensione motivata dalla necessità di provvedere a quanto previsto dal decreto di	SI in programma	3D

	(UK) LTD	(interferenza < 50%)	compatibilità ambientale per l'esecuzione del rilievo sismico 3D previsto nel Permesso di Ricerca. Verifica di assoggettabilità a VIA n.930 del 13/01/2012.		
F.R 41.GM	Global Med	off 12 miglia	Permesso vigente. Decreto VIA N. 288 del 18/10/2016 per realizzazione di indagine sismica 2D.	SI in programma	2D
F.R 42.GM	Global Med	off 12 miglia	Permesso vigente . Decreto VIA N. 287 del 18/10/2016 per realizzazione di indagine sismica 2D.	SI in programma	2D
G.R 13.AG	Eni	parzialmente on 12 miglia (interferenza < 50%)	MATTM con nota 9854/VIA/A.O.13.G del 1999 ha comunicato "che le attività previste nell'ambito dell'istanza possono essere escluse dalla procedura di valutazione di impatto ambientale".	NO	Non prevista acquisizione sismica
G.R 14.AG	Eni	parzialmente on 12 miglia (interferenza < 50%)	MATTM con nota 9854/VIA/A.O.13.G del 1999 ha comunicato "che le attività previste nell'ambito dell'istanza possono essere escluse dalla procedura di valutazione di impatto ambientale". Presentata istanza di Concessione.	NO	Non prevista acquisizione sismica
G.R 15.PU	Audax Energy	totalmente on 12 miglia	-	-	-

** in rosso vengono evidenziati i permessi di ricerca vigenti che per vari motivi, illustrati nella colonna "stato VIA" e/o "metodo di acquisizione", non saranno interessati da future indagini geofisiche 2D/3D*

La ricognizione così effettuata ha consentito inoltre di analizzare nel dettaglio i programmi lavori presentati dalle diverse società, con un focus particolare sulle informazioni relative ai programmi e alle tecnologie di acquisizione sismica; in merito alle 4 istanze di permesso di prospezione che prevedono attività di acquisizione sismica le società coinvolte sono:

- Spectrum Geo Ltd.;
- Petroleum GeoServices Asia Pacific Pte. Ltd.;
- Schlumberger Italiana;

Le informazioni ricavate sono state raggruppate in tre macro categorie, rivelando un quadro piuttosto omogeneo nell'ambito della quantità e della tipologia di informazioni descritte nel programma lavori (Tab. 6.4).

Tab. 6.4 Quadro di insieme delle informazioni riportate nell'ambito dei programmi lavori presentati dalle società per l'esplorazione sismica a scopi commerciali a mare (1/4).

	Informazioni relative alle indagini sismiche	Spectrum Geo Ltd.	Petroleum GeoServices Asia Pacific Pte. Ltd.	Schlumberger Italiana
Generalità	Ubicazione	✓	✓	✓
	Superficie (Km ²)			✓
	N. Profili sismici	✓	✓	Sismica 3D
	Lunghezza Totale (Km)	✓	✓	✓
	Profondità Fondale	✓	✓	✓
	Durata attività	✓	✓	✓
Impatti stimati e mitigazione	Impatti da emissioni sonore e impatto acustico su cetacei, tartarughe e fauna marina	✓	✓	✓
	Emissioni di inquinanti in atmosfera	✓	✓	✓
	Rifiuti	-	✓	✓
	Emissioni acque reflue	-	-	✓
	Illuminazione notturna	-	-	✓
	Impatto sulla pesca	✓	✓	✓
	Interferenza con traffico marittimo	✓	✓	✓

Tab. 6.4 Quadro di insieme delle informazioni riportate nell'ambito dei programmi lavori presentati dalle società per l'esplorazione sismica a scopi commerciali a mare (2/4).

Categoria tecnologia di acquisizione		(sismica 2D)	sismica 2D	sismica 3D
Tipologia di sorgente		(air gun "BOLT Technologies LL-X air gun")	airgun	air gun (Delta 3 Source Array)
Tipologia di registratore impulsi		(idrofoni - streamer)	idrofoni - geostreamer	idrofoni - geostreamer
Coordinate programma acquisizione		✓	-	✓
Parametri di acquisizione	Lunghezza registrazione (s)	8 s	7-8 s	10 s
	Sistema di registrazione	-	-	TRIACQ V
	Formato di registrazione	-	-	SEG-D 8036
	Intervallo campionamento (ms)	2 ms		2 ms
	Numero degli streamer	2	1	1
	Lunghezza streamer (m)	6000 m	8000 m	8000 m
	Intervallo di scoppio (m)	25 m	25 m	25 m
	Intervallo tra gruppi di idrofoni (m)	12,5 m	-	-
	Numero di gruppi di idrofoni	480	-	-
	Frequenza acquisizione	-	100 Hz	100-1500 Hz
	Ordine di copertura nominale	120	-	-
	Numero totale di airgun e Volume totale airgun	16-30 / 2280-4530 cu in	Volume 0,0788 m3	24 / 5085 in3 (83,3 litri)

Tab. 6.4 Quadro di insieme delle informazioni riportate nell'ambito dei programmi lavori presentati dalle società per l'esplorazione sismica a scopi commerciali a mare (3/4).

Parametri operativi array di airgun	Numero degli airgun	16	30	-	24
	Numero di subarray	-	-	-	3
	Distanza di subarray	-	-	-	-
	Numero di airguns per subarray	-	-	-	8
	Lunghezza subarray	-	-	-	15 m
	Larghezza subarray	-	-	-	-
	Volume totale	2280 cu in (37,4 litri)	4530 cu in (74,2 litri)	4808 cu in (78.8 litri)	5085 in3 (83,3 litri)
	Peak to peak	95,4 bar-m (9,54 MPa a 1m)	157 bar-m (15,7 Mpa a 1m)	177 bar m	146 +/- 1.86 bar m
	Zero to peak	49,9 bar-m (4,99 Mpa a 1m)	87,1 bar-m (8,71 Mpa a 1m)	-	92.2 bar m
	Pressione	4,68 bar-m (0,468 Mpa a 1m)	8,81 bar-m (0,881 Mpa a 1m)	2000 psi	2000 psi
	Pressione in uscita	-	-	-	-
	RMS pressure	-	-	-	9,51 bar m
	Filtro passa basso	-	-	-	2-18 Hz-dB/Oct
	Filtro passa alto	-	-	-	80% Nyquist (200-477)
	Bolla primaria (Peak to peak)	39,7	25,5	-	22.4 +/- 6.75
	Periodo della bolla di primo picco (s)	0,0935 s	0,145 s	-	0.119 +/- 0.0161 s
	Massima ondulazione spettrale (dB): 10 – 50 Hz.	5,9 dB	7,39 dB	-	5,29 dB
	Massimo valore spettrale (dB): 10 – 50 Hz.	209 dB	215 dB	217 dB	214 dB
	Valore medio spettrale (dB): 10 – 50 Hz.	207 dB	213 dB	-	212 dB
	Energia acustica totale (Joules)	140947,1 Joules	399822,5 Joules	-	476279,4 Joules
	Totale efficienza acustica (%)	-	-	-	41,40%
	Profondità degli array	5 m	8 m	7 m	6-9-6 m

Tab. 6.4 Quadro di insieme delle informazioni riportate nell'ambito dei programmi lavori presentati dalle società per l'esplorazione sismica a scopi commerciali a mare (4/4).

Parametri streamer	Lunghezza streamer (m)	2x6000 m	2x6000 m	1x8000m	1x8000m
	Tipo di idrofono-streamer	NH95-200	NH95-200	Teledyne T-2BX (o equivalenti)	Q-Marine Solid ObliQ
	Profondità idrofoni	6 m	10 m	15-25 m	8-30 m
	Interasse streamer	-	-	-	-
	Numero di idrofoni per gruppo	12	12	-	-
	Numero di gruppi per sezione	16	18	-	-
	Interasse gruppo	-	-	-	-
	Near trace offset	-	-	-	120 m
	Ricevitore "deghosting"	-	-	✓	✓
	Distanza tra gli idrofoni	12,5 m	12,5 m	8 m	3,125 m
	Direzione preferenziale dell'energia immessa	✓		✓	✓

Le 25 istanze di permesso di ricerca da considerate sono state presentate da 8 operatori diversi:

- Eni S.p.A.;
- Petroceltic;
- Global Med Llc;
- Transunion Petroleum Italia;
- Northern Petroleum;
- Aleanna;
- Global Petroleum;
- Appennine Energy.

Anche per queste sono stati individuati i principali parametri riportati nei programmi lavoro in 3 macro categorie:

- Informazioni di carattere generale;
- Aspetti tecnici (parametri di acquisizione, sorgenti, streamer);
- Impatti considerati.

Gli 8 permessi di ricerca considerati sono operati da 3 compagnie petrolifere diverse:

- Petroceltic;
- Global Med Llc;

- Northern Petroleum.

Anche per questi sono stati individuati i principali parametri riportati nei programmi lavoro in 3 macro categorie:

- Informazioni di carattere generale;
- Aspetti tecnici (parametri di acquisizione, sorgenti, streamer);
- Impatti considerati.

E' emerso un quadro disomogeneo nell'ambito della quantità e della tipologie di informazioni descritte nel programma lavori.

Tuttavia le informazioni fornite sembrano rispecchiare quanto previsto dalle procedure e dai regolamenti ad oggi vigenti.

Un approccio migliorativo potrebbe essere quello di promuovere attività di allineamento regolatorio tra i due Ministeri competenti MATTM e MISE in modo da verificare il mantenimento delle proposte progettuali presentate per l'ottenimento dell'istanza e la presentazione del programma lavori con l'effettiva attività poi autorizzata dall'UNMIG in fase di esercizio.

7. ATTIVITA' DI ESPLORAZIONE SISMICA A SCOPO SCIENTIFICI

Storicamente si utilizza l'Airgun non solo per le attività di prospezione e ricerca petrolifera ma anche per fini scientifici. Una differenza sostanziale tra queste due tipologie di attività commerciale e scientifica ha riguardato da sempre le basi normative.

Infatti alla luce della regolamentazione internazionale UNCLOS (che l'Italia ha ratificato nel 1994 insieme ad altri 167 Paesi) la ricerca nel mare territoriale degli Stati è libera e può essere soggetta a restrizioni su base discrezionale dello Stato e se prevede l'utilizzo di tecniche pericolose (PARTE XIII del UNCLOS).

Le attività di ricerca scientifica si pongono obiettivi spesso differenti da quelli previsti da attività commerciali. In particolare, gli obiettivi dell'indagine si possono trovare anche a profondità più elevate degli obiettivi petroliferi, giungendo fino alla Moho (discontinuità crosta-mantello). In particolare tali studi, oltre ad essere fondamentali per la ricerca, sono fondamentali per l'impatto sulla gestione dei rischi naturale e quindi per ragione di protezione civile (ad esempio per l'individuazione di camere magmatiche, individuazione di faglie sismogenetiche).

Un esempio fra tutti in Italia è l'acquisizione della banca dati CROP di sismica crostale profonda, dove sono state raggiunte profondità elevate che hanno fornito conoscenze essenziali ed importantissime ai fini della conoscenza dell'assetto geodinamico del territorio. E' da rilevare che gli enti di ricerca non sono mai stati tenuti ad utilizzare le regole internazionali ACCOBAMS e quindi non effettuano in sostanza operazioni di mitigazione degli impatti. Solo recentemente il continuo dissenso per le attività di acquisizione sismica che prevedono l'utilizzo di Airgun ha portato il regolatore ad assoggettare a VIA e ad un controllo anche queste attività al fine di minimizzarne gli impatti.

8. PRESCRIZIONI RELATIVE ALLE PROCEDURE DI VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE

I progetti di prospezione geofisica mediante sismica a riflessione nelle attività di ricerca di idrocarburi a mare sono soggetti a valutazione di impatto ambientale.

Sono stati esaminati diversi decreti VIA, relativi a progetti di rilievi sismici 2D e 3D nell'ambito di istanze permessi di prospezione sismica e permessi di ricerca di idrocarburi, rilasciati dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare di concerto con il Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo. Dall'analisi condotta si evince che la compatibilità ambientale, laddove venga ottenuto un parere positivo, prevede per l'operatore l'assolvimento di un corposo quadro prescrittivo.

In seguito viene riportato, in sintesi, il quadro prescrittivo dei decreti esaminati.

VIA - QUADRO PRESCRITTIVO - PERMESSO DI RICERCA E PERMESSI DI PROSPEZIONE GEOFISICA A MARE PRIMA DELL'AVVIO DEL PROGRAMMA DI RICERCA:

- 1) Cronoprogramma di effettuazione delle prospezioni, da concordare con ISPRA, da trasmettere al MATTM ed alle Capitanerie di porto nel quale:
 - indicare tempi e mezzi impiegati, cartografie dei transetti, fermo biologico della pesca marittima, il periodo di svolgimento dell'indagine sismica da effettuarsi al di fuori dei periodi di deposizione delle uova e di riproduzione;
 - garantire che non vi sia la contemporanea esecuzione di indagini sismiche in ambiti geografici dove la distanza tra le navi trainanti sia inferiore a 55 miglia nautiche (circa 100 km), nonché garantire il divieto di contemporanea esecuzione di indagini sismiche 2D e 3D se non siano trascorsi almeno 12 mesi dalla prima campagna;
- 2) Presentare al MATTM il progetto di monitoraggio acustico da sviluppare in riferimento al seguente protocollo procedurale:

- tutte le fasi di monitoraggio *ante, sin e post operam* dovranno servirsi di personale tecnico altamente specializzato per ricoprire il ruolo di osservatore (*Marine Mammal Observer* - MMO) e di tecnico per il monitoraggio acustico passivo (*Passive Acoustic Monitoring* - PAM);
- Il monitoraggio *ante operam* deve essere eseguito per un periodo di almeno 60 giorni prima dell'inizio della crociera sismica. Il progetto di monitoraggio *ante operam* deve essere presentato al MATTM almeno 120 gg prima dell'inizio del survey e deve essere finalizzato a:

modellare il segnale acustico in base alle batimetrie da indagare (utilizzare minor potenza necessaria); definire un area di sicurezza (EZ) in funzione della soglia di rumore oltre il quale si arreca danno ai mammiferi presenti nella zona, determinare l'uso dell'habitat dei mammiferi marini.

Il progetto di monitoraggio va effettuato su tutto l'areale interessato con transetti con sono-boe fisse distanziate a distanza non superiore alle 20 miglia nautiche e survey visivi con transetti con spaziatura non superiore alle 10 miglia .
- le sono-boe dovranno garantire la copertura delle frequenze utili al controllo delle specie protette (500 Hz-40 kHz per gli odontoceti, 10 Hz-1 kHz 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. La registrazione degli eventi acustici dovrà coprire le 24 h con un campionamento di almeno 6 h equamente distribuite nelle 24 h (ad esempio con 5 min. di registrazione ogni 15 min.). Per le specie "deep divers" come zifio e capodoglio, in aree pelagiche dovranno essere previsti sensori sotto il termoclineo;
- al termine delle attività di monitoraggio *ante operam* dovrà essere prodotto un report che sintetizzi le informazioni ottenute dalla ricerca bibliografica, dalla modellizzazione acustica, dalla definizione della EZ e dai dati sulla distribuzione, densità e uso dell'habitat delle popolazioni di mammiferi marini nell'areale di crociera sismica;
- il progetto di monitoraggio e mitigazione in corso d'opera dovrà essere eseguito per l'intera durata del survey sismico e dovrà essere presentato al MATTM 120 gg prima dell'inizio;
- le operazioni di monitoraggio sull'area con postazioni fisse dovranno essere mantenute durante il periodo del survey;

- durante le attività di monitoraggio in corso d'opera dovrà essere prodotta una documentazione con cadenza settimanale che riporti le informazioni sui rilevamenti acustici e visivi dei mammiferi marini nell' areale di crociera sismica e le eventuali misure di mitigazione adottate;
 - il progetto di monitoraggio *post operam* dovrà essere eseguito per un periodo di almeno 60 giorni dopo il termine della crociera sismica, e dovrà essere presentato al MATTM e dovrà essere finalizzato alla valutazione dell'impatto delle operazioni Airgun sulla distribuzione, densità e uso dell'habitat delle popolazioni di mammiferi marini;
 - il progetto di monitoraggio *post operam* dovrà essere effettuato su tutto l'areale di crociera sismica proposto utilizzando strumenti fissi di rilevamento acustico (sono-boe di superficie o di fondo) spaziate massimo 20 miglia nautiche e conducendo *survey* visivi e acustici con transetti con spaziatura non superiore a 10 miglia nautiche;
 - al termine delle attività di monitoraggio *post operam* 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;
 - i dati risultanti dalle operazioni di monitoraggio e delle operazioni di mitigazione dovranno essere resi pubblici e depositati in una idonea banca dati gestita da ISPRA con oneri a carico del proponente;
- 3) Successivamente dovrà essere presentato al MATTM, il nuovo tracciato delle linee sismiche, la cui esecuzione dovrà avvenire con ripartizione del monitoraggio visivo ed acustico senza soluzione di continuità con il survey sismico che:
- preveda una fascia di rispetto di 12 miglia nautiche dal perimetro esterno di tutte le Aree Marine e Costiere a qualsiasi titolo protette;
 - escluda attività di prospezione laddove i fondali abbiano una profondità inferiore ai 50 metri;
 - escluda operazioni di ricerca in aree dove da dati di letteratura scientifica è accertata la presenza di biocenosi dei coralli profondi;
 - escluda attività di prospezione all'interno delle Zone di Tutela Biologica e "aree *nursery*", laddove istituite e perimetrare, ed entro le 12 miglia dal loro confine;
 - venga fornito alle Capitanerie di Porto un calendario settimanale delle operazioni che verranno svolte e delle zone che saranno interessate dall'attività di indagine.

- 4) Concordare con ISPRA una dettagliata relazione sulle misure di mitigazione previste, anche alla luce dei risultati del biomonitoraggio *ante-operam* e delle precedenti prescrizioni, con specifico riferimento:
- alle "Linee guida per la minimizzazione del rischio di danno e di disturbo ai mammiferi marini dalle indagini sismiche", sviluppate da JNCC e alle "Linee guida per la riduzione degli impatti del rumore antropogenico sui cetacei" sviluppate da ACCOBAMS;
 - alla pianificazione con ISPRA di almeno una visita ispettiva a bordo della nave sismica al fine di assicurare il corretto svolgimento delle attività, la messa in atto di tutte le misure di mitigazione secondo le procedure raccomandate;
 - allo svolgimento del biomonitoraggio in corso d'opera di cui alla precedente prescrizione;
 - alle precauzioni, misure e procedure di gestione delle attività che permettano di minimizzare il rischio di versamenti accidentali di oli, carburanti, sostanze tossiche ed inquinanti liquidi in generale.

Durante la fase di esecuzione delle attività di prospezione adottare le seguenti procedure:

- 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;
- durante le fasi di attraversamento di aree sensibili quali le ZTB, mantenere sempre tutte le attrezzature disattivate;
- conseguire gradualmente, ogni qual volta verrà accesa la sorgente di suono, il raggiungimento della intensità e frequenza operativa degli Airgun (soft start);
- sospendere immediatamente qualora venga segnalata la presenza di mammiferi nella zona di esclusione/zona di sicurezza;
- utilizzare la minor potenza acustica necessaria, in considerazione dei fondali da indagare;
- configurare gli array in modo tale da ridurre al minimo la propagazione orizzontale delle onde;
- 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;
- utilizzare, in aree di transito di specie da salvaguardare e qualora ne sia accertata la presenza, ed in particolare per il caso di *Caretta caretta*, i dispositivi "Turtle guards" da

applicare alla struttura della boa di coda della nave sismica, al fine di evitare l'intrappolamento accidentale di tartarughe marine nelle apparecchiature di rilievo sismico.

AI TERMINE DEL PROGRAMMA DI PROSPEZIONE

Compilare un rapporto controfirmato dagli osservatori specializzati di cui alle precedenti prescrizioni, nel quale:

- dovranno essere riportati la data e la localizzazione precisa dell'indagine effettuata, la tipologia e le specifiche degli Airgun, il numero e il tipo di imbarcazioni impegnate, la registrazione di tutte le occorrenze di utilizzo Airgun, incluse la diminuzione dell'intensità (*power-down*), l'avvio graduale (*soft-start*) e la cessazione (*shut-down*) della sorgente acustica;
- 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;
- 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;
- Il suddetto rapporto dovrà essere trasmesso al MATTM e all'ISPRA entro 30 giorni dal termine delle attività; il formato dei dati dovrà essere sia cartaceo che elettronico.

PRESCRIZIONI DEL MINISTERO DEI BENI E DELLE ATTIVITÀ CULTURALI E DEL TURISMO

Appena predisposto il cronoprogramma delle attività di ricerca di cui trattasi, si provveda a darne preavviso alle competenti Soprintendenze Archeologia;

- i tracciati delle prospezioni, con le anomalie riscontrate debitamente interpretate da un archeologo e da un geologo, entrambi con adeguata formazione, vanno consegnati alle competenti Soprintendenze Archeologia;
- nel caso in cui le ricerche abbiano esito positivo e si proceda a qualsiasi ulteriore fase, attività e/o azione del progetto che prevede interventi invasivi sul fondale, la Società proponente, sulla base di quanto normato dall'art. 95 del D.lgs. 163/2006, al fine di determinare oltre alla presenza, l'estensione e la natura di eventuali contesti archeologici, proceda ad una serie di indagini conoscitive effettuando accurate prospezioni idonee all'indagine archeologica;

- in caso di rinvenimenti che, a causa di particolari condizioni non possono essere adeguatamente recuperati, resta ferma la facoltà della Soprintendenza di richiedere lo spostamento del sito (o dei siti) individuati per le perforazioni.

9. CONSIDERAZIONI FINALI

In conclusione, dal rapporto emerge quanto descritto nei seguenti punti:

- il limitato numero di informazioni scientificamente verificate disponibili sugli effetti degli Airgun sui mammiferi marini rende opportuno promuovere, in particolare per il mare Mediterraneo, un significativo aumento del popolamento di dati delle matrici di controllo ambientale;
- l'Airgun è ad oggi considerata la tecnica più efficace per lo studio delle caratteristiche geologiche del sottosuolo marino, non solo ai fini della ricerca di idrocarburi ma anche a scopi scientifici e di protezione civile, essendo, ad esempio, l'unico strumento utile a fornire informazioni su camere magmatiche, strutture sismogenetiche, campi geotermici ecc.;
- dalla disamina dei vari contributi durante le attività del Gruppo di Lavoro e degli studi più avanzati in materia, si evince come a livello internazionale vi sia completo consenso nell'individuare nei sonar e nei battipalo per l'esecuzione di opere di fondazione in ambiente marino, le sorgenti emmissive più impattanti sull'ecosistema marino e con maggior evidenza sui cetacei;
- si riscontra l'assenza di una correlazione provata del tipo causa-effetto degli impatti degli Airgun sui mammiferi marini. Infatti, la sorgente Airgun impiegata nelle attività di prospezione sismica ha un impatto sull'ambiente acquatico di portata, intensità e durata limitata. In un solo caso negli ultimi 15 anni è stato accertato un nesso causale fra lo spiaggiamento di alcuni cetacei e prospezioni geologiche (Madagascar 2008), ma in quel caso non furono eseguite indagini post-mortem (Southall et al., 2013) per accertarne l'effetto, a fronte dell'esecuzione di migliaia di rilievi sismici nel mondo nello stesso intervallo di tempo;
- si prende atto di un riconoscimento sul piano Comunitario (tavolo della Commissione Europea delle BAT e delle BREF) della riduzione ad un livello minimo giudicato sufficiente degli impatti generati dalle attività di acquisizione sismica con airgun, grazie:
 - all'evoluzione tecnologica degli Airgun,
 - alle modalità di esecuzione dei rilievi sismici (tempi minori),
 - al rispetto delle misure di mitigazione (JNCC e ACCOBAMS).

Tali punti, infatti, costituiscono gli standard operativi adottati a livello internazionale e presi a riferimento anche nell'ambito del gruppo di lavoro europeo per la redazione del

Best Available Techniques (BAT) Guidance Document on upstream hydrocarbon exploration and production;

- dall'analisi dei contributi raccolti nel corso dei lavori del GDL emerge che l'industria Sismica, quella petrolifera e il mondo della ricerca scientifica sia Nazionale che Internazionale sono da tempo impegnate nella ricerca di sorgenti sismiche alternative e finanche sostitutive degli Airgun. Il Gruppo di Lavoro prende atto di come tale sforzo sia ancora in itinere e che attualmente l'unica sorgente alternativa all'Airgun tradizionale è un'evoluzione dell'Airgun stesso (e-source) ancora in fase di impiego limitato e le cui caratteristiche di spettro di emissione sono ancora completamente da verificare per quanto riguarda la compatibilità con la risposta sismica delle principali formazioni del sottosuolo dei mari Italiani;
- il Gruppo di Lavoro prende atto della carenza/ di un censimento globale delle popolazioni di Cetacei presenti nelle acque italiane e quindi dei loro aspetti comportamentali di medio e lungo periodo ma non ritiene che la raccolta di tali dati possa essere effettuata in modo sistematico e organico solo nel corso dell'esecuzione di rilievi sismici, vista la ridotta durata degli stessi (nei casi più favorevoli di durata di circa 1 mese -1 mese e mezzo);
- valutando quali possibili ulteriori misure di mitigazione potrebbero essere prese in considerazione, il Gruppo di Lavoro considera utile promuovere lo sviluppo di software per la modellazione acustica predittiva focalizzata sull'area mediterranea attraverso la collaborazione tra enti certificati specializzati pubblici e privati;
- sempre in materia di misure di mitigazione, dalle attività del Gruppo di Lavoro, è emersa l'opportunità/necessità di emettere una Certificazione Nazionale ottenibile tramite adeguata attività di formazione (anch'essa certificata) per i *Marine Mammal Observers* che allo stato dell'arte sono formati e certificati da enti e società accreditate principalmente UK con la conseguenza di portare ad operare nelle acque italiane tecnici non addestrati al riconoscimento dei taxa specifici del Mediterraneo. Questa attività potrebbe essere prevista a cura degli enti governativi preposti alla sicurezza delle attività in mare (MISE, MATTM, Marina Militare, Capitanerie di Porto, ISPRA);
- nel corso dei lavori si è comunque raggiunto un consenso sulla consegna al MISE e al MATTM da parte delle compagnie dei dati registrati tramite il *Passive Acoustic Monitoring* e delle osservazioni raccolte dagli MMO nel corso dell'esecuzione dei rilievi sismici, al fine di una loro distribuzione a potenziali richiedenti. Tali dati potrebbero

- divenire una preziosa fonte di informazioni integrativa per la comunità scientifica impegnata nello studio delle popolazioni di cetacei nel Mediterraneo al fine di favorire lo sviluppo di una banca dati della distribuzione dei mammiferi marini;
- si mette in evidenza che ad oggi l'iter autorizzativo, per la presentazione delle istanze sia di ricerca mineraria sia di ricerca scientifica, è molto complesso. Per questo si auspica un maggiore coordinamento nell'ambito delle procedure tra i Ministeri competenti;
 - il Gruppo di Lavoro ritiene che le modalità prescrittive di carattere ambientale attuale non contemplino una valutazione specifica e complessiva focalizzata sul singolo progetto nel quale le caratteristiche tecniche del metodo utilizzato variano in funzione dell'obiettivo di ricerca;
 - le attuali prescrizioni di misure per la mitigazione degli impatti ambientali ai progetti presentati non considerano la variabilità delle caratteristiche tecniche dei metodi utilizzati in funzione dell'obiettivi di ricerca determinando spesso un sistema poco flessibile e l'applicazione rigida di procedure non sempre efficaci.
 - l'obbligo di esecuzione di monitoraggio pre e post operam (della durata di 60 + 60 giorni), presenta delle criticità a causa della limitata durata dei rilievi sismici e della loro ridotta estensione areale media non compatibile con la programmazione dei monitoraggi. E' necessario quindi programmare un piano di monitoraggio continuo nel tempo garantito da un sistema pubblico nazionale coordinato con i Paesi transfrontalieri.
 - il Gruppo di Lavoro ritiene altresì importante valutare in sede ministeriale l'opportunità di promuovere l'esecuzione di campagne SPEC a livello nazionale propedeutiche all'assegnazione di permessi minerari, in ragione della riduzione dell'impatto che genera l'esecuzione di una sola ampia acquisizione di dati sismici rispetto all'esecuzione di una serie di piccole operazioni portate avanti da differenti operatori nel tempo (somma degli effetti);
 - infine, il Gruppo di Lavoro ritiene importante assicurare un'adeguata diffusione e pubblicazione di questi dati (biologici, ecologici, oceanografici ecc...) su un cloud e su riviste scientifiche nonché promuovere incontri/dibattiti/conferenze stampa con esperti anche in sessioni aperte al pubblico.
 - l'approccio metodologico utilizzato attraverso la partecipazione attiva di tutte le parti interessate: pubblica amministrazione, industria petrolifera, enti di ricerca e università, nelle diverse articolazioni e rispettive competenze, ha permesso di

sviluppare un documento comprensivo e condiviso, che costituisce un'ottima base di partenza per eventuali ulteriori sviluppi volti a finalizzare il lavoro svolto sinora.

- Nel caso in cui si dia seguito allo studio svolto con lo scopo di redigere eventuali linee guida sulla materia, applicabili alla prospezione geofisica a scopi minerari e ricerca scientifica, ma i cui principi possono essere altrettanto estesi alla problematica generale della gestione del rumore antropogenico nell'ambiente marino, si ritiene imprescindibile la partecipazione al tavolo di lavoro del ministero dell'ambiente, in considerazione del coinvolgimento di tale amministrazione a diversi livelli, della tematica in questione, dalla pianificazione dello spazio marino, alla protezione della natura e alla valutazione dell'impatto ambientale.

10. BIBLIOGRAFIA

ACCOBAMS, Resolution 4.17 - Guidelines to address the impact of anthropogenic noise on Cetaceans in the ACCOBAMS area.

Aguilar de Soto N, Delorme N, Atkins J, Howard S, Williams J, Johnson M (2013) Anthropogenic noise causes body malformations and delays development in marine larvae. *Scientific Reports* 3: 2831 DOI: 10.1038/srep02831.

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, Houégnigan L (2011) Low-frequency sounds induce acoustic trauma in cephalopods. *Front. Ecol. Environ.* 9: 489–493.

Azzellino A, Lanfredi C, D'Amico A, Pavan G, Podestà M, Haun J (2011) Risk mapping for sensitive species to underwater anthropogenic sound emissions: model development and validation in two Mediterranean areas. *Mar. Pollut. Bull.* 63: 56-70.

Balcomb III KC, Claridge DE (2001) A mass stranding of cetaceans caused by naval sonar in the Bahamas. *Bahamas Journal of Science* 8: 2–12.

Bartol, S.M., Ketten, D.R., 2006. Turtle and tuna hearing. In: Swimmer, Y., Brill, R. (Eds.), *Sea Turtle and Pelagic Fish Sensory Biology: Developing Techniques to Reduce Sea Turtle Bycatch in Longline Fisheries Technical Memorandum NMFS-PIFSC-7*. National Ocean and Atmospheric Administration (NOAA), US Department of Commerce, pp. 98–105.

Buscaino G, Ceraulo M, Pieretti N, Corrias V, Farina A, Filiciotto F, Maccarrone V, Grammauta R, Caruso F, Giuseppe A, Mazzola S (2016) Temporal patterns in the soundscape of the shallow waters of a Mediterranean marine protected area. *Sci. Rep.* 6: 34230.

Carroll AG, Przeslawski R, Duncan A, Gunning M, Bruce B (2017) A critical review of the potential impacts of marine seismic surveys on fish & invertebrates. *Mar Poll Bull* 114: 9-24.

Casalone C, Mazzariol S, Pautasso A, Di Guardo G, Di Nocera F, Lucifora G, Ligios C, Franco A, Fichi G, Cocumelli C, Cersini A, Guercio A, Puleio R, Gorla M, Podestà M, Marsili L, Pavan G, Pintore A, De Carlo E, Eleni C, Caracappa S (2014) Cetacean strandings in Italy: an unusual mortality event along the Tyrrhenian Sea coast in 2013. *Dis. Aquat. Organ.* 109: 81-86.

Casper BM, Halvorsen MB, Matthews F, Carlson TJ, Popper AN (2013) Recovery of barotrauma injuries resulting from exposure to pile driving sound in two sizes of hybrid striped bass. *PLoS One* 8: 1–12.

Casper BM, Popper AN, Matthews F, Carlson TJ, Halvorsen MB (2012) Recovery of barotrauma injuries in chinook salmon, *Oncorhynchus tshawytscha* from exposure to pile driving sound. *PLoS One* 7: 1–7.

Casper BM, Smith ME, Halvorsen MB, Sun H, Carlson TJ, Popper AN (2013). Effect of exposure to pile driving sounds on fish inner ear tissues. *Comp. Biochem. Physiol. Part A*, 166: 352–360.

Castellote M. et al. (2012) Acoustic and behavioural changes by fin whales (*Balaenoptera physalus*) in response to shipping and Airgun noise. *Biological Conservation* 147(1): 115–122.

Clark CW, Ellison WT (2004) Potential use of low-frequency sounds by baleen whales for probing the environment: evidence from models and empirical measurements, pp. 564-89, in: JA Thomas, CF Moss, M Vater. *Advances in the study of echolocation in bats and dolphins*, University of Chicago Press.

Clark CW, Ellison WT, Southall BL, Hatch L, Van Parijs S, Frankel A, Ponirakis D (2009) Acoustic masking in marine ecosystems: intuitions, analysis, and implication. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 395: 201–222.

Convention on Biological Diversity (CBD) 2012. Scientific synthesis on the impacts of underwater noise on marine and coastal biodiversity and habitats. Subsidiary Body on Scientific, Technical and Technological Advice (SBSSTA), 16° meeting, Montreal, Canada. Convenzione di Berna, per la conservazione della fauna e degli habitat naturali europei

Convenzione di Bonn per la Conservazione di specie migratorie di Animali Selvaggi

Convenzione di Barcellona Convention per la protezione del Mar Mediterraneo dai rischi dell'inquinamento

Convenzione di Bucarest sulla protezione del Mar Nero dall'inquinamento

Costassa EV, Fiorini M, Zanusso G, Peletto S, Acutis P, Baioni E, Maurella C, Tagliavini F, Catania M, Gallo M, Lo Faro M, Chieppa MN, Meloni D, D'Angelo A, Paciello O, Ghidoni R, Tonoli E, Casalone C, Corona C (2016) Characterization of amyloid- β deposits in bovine brains. *J. Alzheimer's Dis.* 51: 875-887.

Cowan DF (1995) Amyloidosis in the bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*. *Vet. Pathol.* 32: 311-314.

D'Amico A, Gisiner RC, Ketten DR, Hammock JA, Johnson C, Tyack PL, Mead J (2009) Beaked whale strandings and naval exercises. *Aquat. Mamm.* 35: 452-472.

De Soto NA, 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.

Decreto legislativo 104 del 16 Giugno 2017 "Attuazione della 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, ai sensi degli articoli 1 e 14 della legge 9 luglio 2015, n. 114. (17G00117)

Di Iorio L. e Clark C.W., 2010 Exposure to seismic survey alters blue whale acoustic communication. *Biology Letters* 34: 51–54.

Direttiva 2008/56/EC Direttiva quadro sulla strategia per l'ambiente marino, 2008. Recepita in Italia con D.lgs. 190/2010.

Direttiva 2014/89/EU che istituisce un quadro per la pianificazione dello spazio marittimo. Recepita in Italia con Decreto legislativo 17 ottobre 2016, n. 201

Direttiva 2013/30/EU che stabilisce i requisiti minimi per prevenire gli incidenti gravi nelle operazioni in mare nel settore degli idrocarburi e limitare le conseguenze di tali incidenti. Recepita in Italia con Decreto Legislativo 145/2015.

Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 27 settembre 2016 in attuazione art. 8, comma 6, del D.lgs. n. 145/2015 recante “modalità di funzionamento del Comitato e delle sue articolazioni territoriali”

Fay RR, Popper AN (2000) Evolution of hearing in vertebrates: the inner ears and processing. *Hearing Res.* 149: 1-10.

Fernández A, Edwards JF, Rodríguez F, Espinosa de los Monteros A, Herráez P, Castro P, Jaber JR, Martín V, Arbelo M (2005) “Gas and fat embolic syndrome” involving a mass stranding of beaked whales (family Ziphiidae) exposed to anthropogenic sonar signals. *Vet. Pathol.* 42: 446–457.

Fiala JC (2007) Mechanisms of amyloid plaque pathogenesis. *Acta Neuropathologica* doi:10.1007/s00401-007-0284-8.

Fossati C, Mussi B, Tizzi R, Pavan G, Pace DS (2017) Italy introduces pre and post operation monitoring phase for offshore seismic exploration activities. *Mar Poll Bull* 120: 376-378.

Frantzis A (1998). Does acoustic testing strand whales? *Nature* 392: 29.

DeRuiter, S., Larbi Doukara, K., 2012. Loggerhead turtles dive in response to airgun sound exposure. *Endanger. Species Res.* 16, 55–63. <http://dx.doi.org/10.3354/esr00396>.

Gol'din P (2014) ‘Antlers inside’: Are the skull structures of beaked whales (Cetacea: Ziphiidae) used for echoic imaging and visual display? *Biol. J. Linn. Soc.* 113, 510–515.

Guerra Á, González ÁF, Pascual S, Dawe EG (2011). The giant squid *Architeuthis*: an emblematic invertebrate that can represent concern for the conservation of marine biodiversity. *Biol. Conserv.* 144: 1989–1997.

Halvorsen MB, Casper BM, Carlson TJ, Woodley CM, Popper AN (2011) Predicting and mitigating hydroacoustic impacts on fish from pile installations. NCHRP Report Research Result Digest 363, Project 25-28, National Cooperative Highway Research Program, Transportation Research Board, National Academy of Sciences, Washington, D.C.

Halvorsen MB, Casper BM, Matthews F, Carlson TJ, Popper AN (2012) Effects of exposure to pile-driving sounds on the lake sturgeon, Nile tilapia and hogchoker. *Proc. R. Soc. B* 279: 4705–4714.

Hildebrand JA (2009) Anthropogenic and natural sources of ambient noise in the ocean. *Mar. Ecol. Prog. Ser. Mar* 395: 5–20.

Hoshino S, Kobayashi S, Furukawa T, Asakura T, Teramoto A (2003) Multiple immunostaining methods to detect traumatic axonal injury in the rat fluid-percussion brain injury model. *Neurol Med Chir* 43: 165-174.

Houser DS, Martin SW, Finneran JJ (2016) Risk function of dolphins and sea lions exposed to sonar signals. In *The effects of noise on aquatic life II*, Popper AN, Hawkins A (Eds.). Springer, New York, pp 473-478.

Hutchinson DR, Detrick RS (1983) Water gun vs air gun: a comparison. *Marine Geophysical Researches* 6 (1984) 295-310. 0025-3235/84/0063-0295 \$02.40.9 1984 by D. Reidel Publishing Company.

“IL MARE” – seconda edizione revisionata e ampliata- pag. 110 – Ministero Sviluppo Economico, marzo 2015

Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale – ISPRA – “Primo rapporto sugli effetti per l’ecosistema marino della tecnica dell’Airgun” – dicembre 2016

Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale – ISPRA - “Secondo Rapporto sugli effetti per l’ecosistema marino della tecnica dell’Airgun” – dicembre 2017

IWC (International Whaling Commission) 2005. Report of the scientific committee. Annex K. Report of the Standing Working Group on environmental concerns. *J. Cetaceans Res. Manag.* 7:267-305.

IWC (International Whaling Commission) 2007. Report of the scientific committee. Annex K. Report of the Standing Working Group on environmental concerns. *J. Cetaceans Res. Manag.* 9: 227-296.

Jensen LL, Banner J, Ulhøi BP, Byard RW (2014) β -Amyloid precursor protein staining of the brain in sudden infant and early childhood death. *Neuropathol. Appl. Neurobiol.* 40: 385-397.

Jepson PD, Arbelo M, Deaville R, Patterson IAP, Castro P, Bakers JR, Degollada E, Ross HM, Herráez P, Pocknell AM, Rodríguez F, Howie FE, Espinosa A, Reid RJ, Jaber JR, Martin V, Cunningham AA, Fernández A (2003) Gas-bubble lesions in stranded cetaceans. Was sonar responsible for a spate of whale deaths after an Atlantic military exercise? *Nature* 425: 575.

Kasumyan AO (2005) Structure and Function of the Auditory System in Fishes. *J. Ichthyol.* 45: S223-S270.

Ketten DR (1995) Estimates of blast injury and acoustic trauma zones for marine mammals from underwater explosions. *Sens. Syst. Aquat. Mamm.* 391-407.

Knudsen SK, Øen EO (2003) Blast-induced neurotrauma in whales. *Neurosci. Res.* 46: 377-386.

Lavender, A., Bartol, S., Bartol, I., 2012. Hearing capabilities of loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) throughout ontogeny. In: Popper, A.N., Hawkins, A.D. (Eds.), *The Effects of Noise on Aquatic Life*.

Licitra G., Borsani F., Marsico G., Pavan G., Riccobene G., 2015. La bioacustica marina per lo studio dei cetacei nella implementazione della Marine Strategy in Italia. *Rivista Italiana di Acustica*, Vol. 39 (2).

Linee guida emanate dal JNCC – Joint Nature Conservation Committee: *Guidelines for minimising the risk of injury and disturbance to marine mammals from seismic surveys, 2017*

Magnoni S, Brody DL (2010). New perspectives on amyloid- β dynamics after acute brain injury. Moving between experimental approaches and studies in the human brain. *Arch Neurol* 67: 1068–1073.

Malakoff D (2002) Suit ties whales deaths to research cruise. *Science* 298: 722-723.

Mann, D., Hill-Cook, M., Manire, C., Greenhow, D., Montie, E., Powell, J., Wells, R., Bauer, G., Cunningham-Smith, P., Lingenfelter, R., DiGiovanni, R., Stone, A., Brodsky, M., Stevens, R., Kieffer, G., Hoetjes, P., 2010. Hearing loss in stranded odontocete dolphins and whales. *PLoS One* 5, e13824. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0013824>.

Mayorga MA (1997). The pathology of primary blast overpressure injury. *Toxicology* 121: 17-28.

Martin, K.J., Alessi, S.C., Gaspard, J.C., Tucker, A.D., Bauer, G.B., Mann, D.A., 2012. Underwater hearing in the loggerhead turtle (*Caretta caretta*): a comparison of behavioral and auditory evoked potential audiograms. *J. Exp. Biol.* 215, 3001–3009. <http://dx.doi.org/10.1242/jeb.066324>.

Mazzariol S, Di Guardo G, Petrella A, Marsili L, Fossi CM, Leonzio C, Zizzo N, Vizzini S, Gaspari S, Pavan G, Podestà M, Garibaldi F, Ferrante M, Copat C, Traversa D, Marcer F, Airoidi S, Frantzis A, De Bernaldo Quirós Y, Cozzi B, Fernández A (2011) Sometimes sperm whales (*Physeter macrocephalus*) cannot find their way back to the high seas: a multidisciplinary study on a mass stranding. *PLoS One* 6: 1-17.

McCauley RD, Fewtrell J, Popper AN (2003) high intensity anthropogenic sound damages fish ears. *J. Acoust. Soc. Am.* 113: 631–642.

McIntosh TK. et al. (1989) Traumatic brain injury in the rat: Characterization of a lateral fluid-percussion model. *Neuroscience* 28, 233–244

McKeever PE (2014) Immunohistology of the nervous system. In: Diagnostic immunohistochemistry, Dabbs DJ (Ed). Philadelphia, PA: Elsevier/Saunders. Pp 746-759.

Miller PJO, Johnson MP, Madsen PT, Biassoni N, Quero M, Tyack PL (2009) Using at-sea experiments to study the effects of Airguns on the foraging behavior of sperm whales in the Gulf of Mexico. *Deep-Sea Res. Pt. I* 56: 1168–1181.

Mishra V, Skotak M, Schuetz H, Heller A, Haorah J, Chandra N (2016) Primary blast causes mild, moderate, severe and lethal TBI with increasing blast overpressures: experimental rat injury model. *Sci. Rep.* 6: 26992.

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. Final Rep. Submitt. to U.S. Army Corps Eng. Waterw. Exp. Stn.

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

Morell M, André M (2009) Ear extraction and fixation protocol. http://www.zoology.ubc.ca/files/Ear_extraction_and_fixation_protocol_UBC.pdf

Morell M, Brownlow A, McGovern B, Raverty SA, Shadwick RE, André M (2017) Implementation of a method to visualize noise-induced hearing loss in mass stranded cetaceans. *Sci. Rep.* 7: 41848.

Morell M, Degollada E, Alonso JM, Jauniaux T, André M (2009) Decalcifying odontocete ears following a routine protocol with RDO®. *J. Exp. Mar. Bio. Ecol.* 376: 55–58.

Munk W, Wunsch C (1979) Ocean acoustic tomography: a scheme for large scale monitoring. *Deep-Sea Research* 26A: 123-161.

Nachtigall PE, Supin AY, Pawloski J, Au WWL (2004) Temporary threshold shifts after noise exposure in the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) measured using evoked auditory potentials. *Mar. mammal Sci.* 20: 673–687.

Nelms S.E., Piniak W.E.D., Weir C.R., Godley B.J. (2016) Sismic surveys and marine turtles: An underestimated global threat? *Journal of Biological Conservation* 193 (2016) 49 -65.

Nieukirk SL, Mellinger DK, Moore SE, Klinck K, Dziak RP, Goslin J (2012) Sounds from Airguns and fin whales recorded in the mid-Atlantic Ocean, 1999-2009. *J. Acoust. Soc. Am.* 131: 1102-1112.

Nieukirk SL, Stafford KM, Mellinger DK, Dziak RP, Fox CG (2004) Low-frequency whale and seismic Airgun sounds recorded in the mid-Atlantic Ocean. *J. Acoust. Soc. Am.* 115: 1832–1843.

NOAA 2013 (National Oceanic and Atmospheric Administration)

NOAA 2016 (National Oceanic and Atmospheric Administration). Technical Guidance for Assessing the Effect of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing – Underwater Acoustic Threshold for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shift. NOAA Technical Memorandum NMFS – OPR-55, July 2016.

Nowacek D.P. et al. (2015) Marine seismic surveys and ocean noise: time for coordinated and prudent planning. *Frontiers in Ecology and the Environment* 13.7: 378–386.

Overview Of The Noise Hotspots In The Accobams Area (Agreement of the Conservation of Cetaceans in the black sea Mediterranean Sea and Contiguous Atlantic Area);

MacGillivray, A. O. (2006). An Acoustic Modelling Study of Seismic Airgun Noise in Queen Charlotte Basin. M.Sc. Thesis, University of Victoria, B.C.

Maglio A., Castellote M., Pavan G., Frey S., 2015. Overview of the noise hotspots in the ACCOBAMS area. Part I – The Mediterranean Sea. Report to ACCOBAMS. DOI: 10.13140/RG.2.1.2574.8560 <https://www.researchgate.net/publication/290084063>

Overview of the noise hotspots in the ACCOBAMS area. Part I – The Mediterranean Sea. Report to ACCOBAMS. DOI: 10.13140/RG.2.1.2574.8560
<https://www.researchgate.net/publication/290084063>

Pavan G., 2007. Guidelines to address the issue of the impact of anthropogenic noise on marine mammals in the ACCOBAMS area. Report prepared for the 4th ACCOBAMS Scientific Committee. ACCOBAMS SC4 Doc 18.th ACCOBAMS Scientific Committee. ACCOBAMS SC4 Doc 18.

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. Report per ARPAT, Progetto GIONHA.

Parente, C.L., Lontra, J.D., Araújo, M.E., 2006. Occurrence of sea turtles during seismic surveys in Northeastern Brazil. *Biota Neotrop.* <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032006000100004>.

Peng C, Zhao X, Liu G (2015) Noise in the Sea and Its Impacts on Marine Organisms *Int J Environ Res Public Health* 12(10): 12304–12323. doi:10.3390/ijerph121012304

Pierce JE, Trojanowski JQ, Graham DI, Smith DH, McIntosh TK (1996) Immunohistochemical characterization of alterations in the distribution of amyloid precursor proteins and beta-amyloid peptide after experimental brain injury in the rat. *J. Neurosci.* 16: 1083–1090.

Pine MK, Jeffs AG, Radford CA (2014) The cumulative effect on sound levels from multiple underwater anthropogenic sound sources in shallow coastal waters. *J Appl Ecol* 51: 23–30. doi:10.1111/1365-2664.12196

Piniak, W., Mann, D., Eckert, S.A., Harms, C.A., 2012b. Amphibious hearing in sea turtles. In: Popper, A.N., Hawkins, A.D. (Eds.), *The Effects of Noise on Aquatic Life*, pp. 83–87 <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4419-7311-5>.

Popper AN, Fay RR (2011) Rethinking sound detection by fishes. *Hear. Res.* 273: 25–36.

Popper AN, Gross JA, Carlson TJ, Skalski J, Young JV, Hawkins AD, Zeddies D (2016) Effects of exposure to the sound from seismic Airguns on pallid sturgeon and paddlefish. *PLoS One* 11: 1-18.

Popper AN, Smith ME, Cott PA, Hanna BW, MacGillivray AO, Austin ME, Mann DA (2005) Effects of exposure to seismic Airgun use on hearing of three fish species. *J. Acoust. Soc. Am.* 117: 3958–3971.

Protocollo Offshore – “Protocollo per la protezione del Mare Mediterraneo contro l’inquinamento derivante dall’esplorazione e coltivazione della piattaforma continentale, del fondo del mare e del suo sottosuolo”, 2011.

Protocollo “ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT AND MITIGATION GUIDELINES” Marine Geophysical Survey - R/V OGS Explora Ross Sea, Antarctica, January and February 2017.

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

Regio Decreto 11 dicembre 1933 numero 1775

Ridgway, S.H., Wever, E.G., McCormick, J.G., Palin, J., Anderson, J.H., 1969. Hearing in the giant sea turtle, *Chelonia mydas*. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 884–890.

Romano TA, Keogh MJ, Kelly C, Feng P, Berk L, Schlundt CE, Carder DA, Finneran JJ (2004) Anthropogenic sound and marine mammal health: measures of the nervous and immune systems before and after intense sound exposure. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 61: 1124–1134.

Schlund CE, Finneran JJ, Branstetter BK, Trickey JS, Bowman V, Jenkins K (2016) Auditory effects of multiple impulses from a seismic air gun on bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *Exp Med Biol* 875: 987-991.

Sciacca V, Viola S, Bellia G, Beranzoli L, Caruso F, Chierici F, Cuttone G, D’Amico A, De Domenico E, Embriaco D, Favali P, Filiciotto F, Giovanetti G, Marinaro G, Pavan G, Pellegrino C, Pulvirenti S, Simeone F, Riccobene G (2017) Rivelazione di segnali acustici da prospezioni geofisiche (Airguns) nel Golfo di Catania, Mar Ionio. Possibili impatti sull’ambiente marino. Atti 44° Convegno AIA, Associazione Italiana di Acustica, ISBN 978-88-88942-54-4: 2pp.

Sciacca V, Viola S, Pulvirenti S, Riccobene G, Caruso F, De Domenico E, Pavan G (2016) Shipping noise and seismic Airgun surveys in the Ionian Sea: Potential impact on Mediterranean fin whale. *Proceedings of Meetings on Acoustics*, 27 040010. [DOI: 10.1121/2.0000311]

Segawa T, Otsuka T, Ito T, Suzuki M, Karatani N, Sakai T (2013) Characterization of the circulating serum amyloid A in bottlenose dolphins. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 152: 218-224.

Slabbekoorn H, Bouton N, Van Opzeeland I, Coers A, Ten Cate C, Popper AN (2010) A noisy spring: the impact of globally rising underwater sound levels on fish. *Trends Ecol. Evol.* 25: 419–427.

Smith, V. *Research Results Digest. Onlinepubs.Trb.Org* (1995). doi:10.17226/22454

Stone, C.J., Tasker, M.L., 2006. The effects of seismic airguns on cetaceans in UK waters. *J. Cetac. Res. Manage.* 8, 255–263.

Southall B.L., Bowles A.E., Ellison W.T., Finneran J.J., Gentry R.L., Greene C.R., Jr et al. (2007). marine mammal noise exposure criteria: initial scientific recommendations. *Aquatic Mammals*, 33 (4), 411-521.

Squadrone, S. et al. (2015) Analysis of mercury and methylmercury concentrations, and selenium: mercury molar ratios for a toxicological assessment of sperm whales (*Physeter macrocephalus*) in the most recent stranding event along the Adriatic coast (Southern Italy, Mediterranean Sea). doi:10.1016/j.chemosphere.2015.07.047

Stone CJ, Tasker ML (2006). The effects of seismic Airguns on cetaceans in UK waters. *J. Cetacean Res. Manag.* 8; 255–263.

Strategia Energetica Nazionale SEN – 2017

Telford W. M., Geldart L. P. and R. E. Sheriff, 1990, *Applied geophysics*, Cambridge University Press. 760pp.

Tharp WG, Sarkar IN (2013) Origins of amyloid- β . *BMC Genomics* 14: 290.

The Law of the Sea, Compendium of Basic Documents 2001

Thompson LA, Spoon TR, Goertz CEC, Hobbs RC, Romano TA (2014) Blow Collection as a Non-Invasive Method for Measuring Cortisol in the Beluga (*Delphinapterus leucas*). *PLoS ONE* 9(12): e114062.

Thomsen F., McCully S.R., Weiss L.R., Wood D.T., Warr K.J., Barry J., Law R.J. – *Cetacean Stocks Assessments in Relation to Exploration and Production Industry Activity and Other Human Pressure: Review and Data Needs – Aquatic Mammals*, Vol. 37, Num. 1, 2011 – ISSN 0167 - 5427.

Todd S, Stevick P, Lien J, Marques F, Ketten D (1996) Behavioural effects of exposure to underwater explosions in humpback whales (*Megaptera novaeangliae*). *Can. J. Zool.* 74: 1661–1672.

Weilgart L (2013) A review of the impacts of seismic Airgun surveys on marine life. CBD Expert Workshop on Underwater Noise and its Impacts on Marine and Coastal Biodiversity.

London, United Kingdom: 1–10. Weir CR (2008) Overt responses of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*), sperm whales (*Physeter macrocephalus*), and atlantic spotted dolphins (*Stenella frontalis*) to seismic exploration off Angola. *Aquat. Mamm.* 34: 71–83.

Williams R, Wright AJ, Ashe E, Blight LK, Bruintjes R, Canessa R, Clark CW, Cullis-Suzuki L, Dakin DT, Erbe C, Hammond PS, Merchant ND, O'Hara PD, Purser J, Radford AN, Simpson SD, Thomas L, Wale MA (2015) Impacts of anthropogenic noise on marine life: publication patterns, new discoveries, and future directions in research and management. *Ocean Coast Manag* 115: 17–24

Zucca P, Di Guardo G, Francese M, Scaravelli D, Genov T, Mazzatenta A (2005) Causes of stranding in four Risso's dolphins (*Grampus griseus*) found beached along the North Adriatic sea coast. *Vet. Res. Commun.* 29: 261-264.

11. SITOGRAFIA

www.cms.int/en/legalinstrument/accobams

www.accobams.org

<http://unmig.mise.gov.it/dgsaie/istanze/elenco.asp?tipo=PPM&ord=A&numerofasi=4>

www.ihs.com

<http://mammiferimarini.unipv.it/>

<http://www.teledynemarine.com>

<http://www.soundandmarinelife.org/>

www.slb.com

www.polarcus.com

www.pgs.com

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

<http://unmig.sviluppoeconomico.gov.it/dgsaie/dgsaie.asp>

<http://www-3.unipv.it/cibra/>

<http://www.cms.int/en/legalinstrument/accobams>