

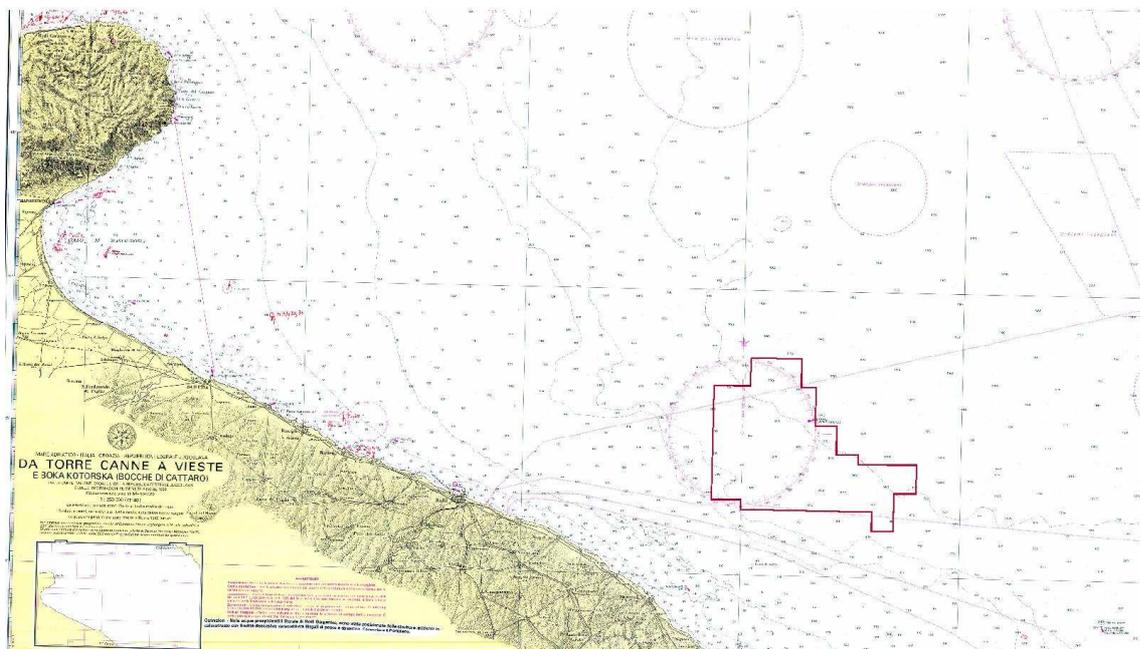


Northern Petroleum (UK) Ltd

PERMESSO DI RICERCA PER IDROCARBURI
“d61 F.R.- NP”

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

(D.Lgs. 152/2006 e smi)



Settembre 2010

Questo Studio di Impatto Ambientale è stato curato dall’ing. Antonio Panebianco per conto di Northern Petroleum (UK) Ltd

Il gruppo di lavoro che ha contribuito alla redazione della documentazione è stato composto da:

ing. Antonio Panebianco (testi e coordinamento)

dott.ssa Giorgia Comparetto (biologia marina)

dott.ssa Francesca Senatore (testi)

ing. Antonio Panebianco – via Carlo Porta 20 – 00153 Roma – antonio.panebianco@italmin.it

SOMMARIO

0. PREMESSA	6
1. QUADRO PROGRAMMATICO.....	8
1.1. <i>Istanza di ricerca - Riferimenti.....</i>	<i>8</i>
1.2. <i>Enti coinvolti nella procedure VIA.....</i>	<i>10</i>
1.3. <i>Normativa di riferimento.....</i>	<i>12</i>
1.3.1. <i>Normativa ambientale.....</i>	<i>12</i>
1.3.2. <i>Normativa mineraria.....</i>	<i>13</i>
1.3.3. <i>Diritto del mare.....</i>	<i>13</i>
1.4. <i>Scenario energetico nazionale.....</i>	<i>18</i>
1.5. <i>La ricerca e produzione di idrocarburi in Italia.....</i>	<i>22</i>
1.6. <i>Gli idrocarburi e la Bilancia dei Pagamenti.....</i>	<i>26</i>
1.7. <i>Soggetto proponente.....</i>	<i>30</i>
2. QUADRO PROGETTUALE	31
2.1. <i>Istanza di ricerca – Ubicazione e generalità.....</i>	<i>31</i>
2.2. <i>Programma dei Lavori.....</i>	<i>31</i>
2.2.1. <i>Ubicazione linee sismiche.....</i>	<i>31</i>
2.2.2. <i>Tempi di esecuzione.....</i>	<i>32</i>
2.3. <i>Progetto unitario di rilevamento sismico.....</i>	<i>32</i>
2.4. <i>I suoni nell’ambiente sottomarino.....</i>	<i>35</i>
2.5. <i>Introduzione alle tecniche e alle tecnologie di ricerca di idrocarburi.....</i>	<i>39</i>
2.6. <i>Descrizione del sistema di rilevamento geofisico di progetto.....</i>	<i>44</i>
2.6.1. <i>Tipologia delle navi utilizzate.....</i>	<i>44</i>
2.6.2. <i>Tipologia delle attrezzature di rilevamento;.....</i>	<i>45</i>
2.6.3. <i>Sistema di energizzazione Air-gun.....</i>	<i>47</i>
2.6.4. <i>Parametri operativi di progetto per acquisizione sismica con Air-gun.....</i>	<i>50</i>
2.6.5. <i>Modellazione del segnale acustico di progetto: direzionalità, intensità, frequenza, propagazione.....</i>	<i>50</i>
2.7. <i>Impatto delle operazioni geofisiche sull’ambiente e adozione misure di salvaguardia.....</i>	<i>55</i>
2.7.1. <i>Impatto sulle specie ittiche.....</i>	<i>55</i>
2.7.2. <i>Impatto sui mammiferi marini.....</i>	<i>58</i>
2.7.2.1. <i>Lo spiaggiamento di cetacei del dicembre 2009 sulle coste pugliesi.....</i>	<i>62</i>

2.8.	Misure di salvaguardia e mitigazione da adottare durante il survey sismico	63
2.8.1.	Limiti di esposizione.....	64
2.8.2.	Linee guida per minimizzare il disturbo acustico sui mammiferi marini della JNCC.....	65
2.8.3.	Linee guida per minimizzare il disturbo acustico sui mammiferi marini di ACCOBAMS.....	65
2.8.4.	Interventi di mitigazione che verranno implementati durante il rilievo sismico.....	67
2.9.	Analisi dell’impatto del programma unitario di acquisizione sismica.....	67
2.10.	Analisi dell’impatto cumulato con altre attività nell’area.....	68
3.	QUADRO AMBIENTALE	69
3.1.	Regimi vincolistici dell’area	69
3.1.1.	Zone con limitazioni all’attività di ricerca idrocarburi (D.Lgs 128/2010).....	69
3.1.2.	Zone marine di tutela biologica (L. 963/65, DM 16/6/1998).....	69
3.1.3.	Zone marine di ripopolamento (L. 41/82)	69
3.1.4.	Aree marine protette (L. 979/82, L. 394/91).....	69
3.1.5.	Zone archeologiche marine (D.Lgs. 42/2004, ex L. 1089/39)	69
3.2.	Condizioni meteo-oceanografiche	70
3.2.1.	Analisi dei venti.....	70
3.2.2.	Analisi delle condizioni del mare.....	74
3.2.3.	Circolazione.....	79
3.2.4.	Temperatura.....	80
3.2.5.	Salinità.....	81
3.3.	Ecosistema e Biocenosi.....	83
3.4.	La pesca in Puglia.....	85
3.4.1.	Le zone di nursery	85
3.4.2.	L’attività di pesca.....	90
3.4.3.	Zona di tutela biologica.....	94
3.4.4.	Gli impianti di acquacoltura.....	95
3.4.5.	Analisi della distribuzione delle principali specie ittiche.....	95
3.4.5.1.	Risorse demersali	95
3.4.5.2.	I grandi pelagici.....	98
3.4.5.3.	La pesca del novellame da consumo (bianchetto).....	98
3.4.5.4.	I piccoli pelagici.....	99
3.5.	I mammiferi marini	101
3.5.1.	Balenottera comune <i>Balaenoptera physalus</i>	101
3.5.2.	Zifio <i>Ziphius cavirostris</i>	102

3.5.3. <i>Capodoglio Physeter macrocephalus</i>	103
3.5.4. <i>La Foca Monaca Monachus monachus</i>	103
3.5.5. <i>Altre specie di mammiferi</i>	104
3.6. <i>Tartarughe marine</i>	105
4. VALUTAZIONE DI INCIDENZA	109
4.1. <i>La Direttiva Uccelli, la Rete di Natura 2000 e le ZPS</i>	109
4.2. <i>Aree di interesse individuate</i>	110
4.2.1. <i>IT9120009 SIC Posidonieto di San Vito</i>	111
4.2.2. <i>IT9140002 SIC Litorale brindisino</i>	111
4.2.3. <i>IT9140005 SIC Torre Guaceto e Macchia S.Giovanni</i>	112
4.2.4. <i>IT9140008 ZPS Torre Guaceto</i>	112
4.2.5. <i>EUAP0169 Area Marina Protetta “Torre Guaceto” e EUAP1075 Riserva Naturale dello Stato di Torre Guaceto</i>	113
4.2.6. <i>IT9140009 SIC Foce Canale Giancola</i>	116
4.2.7. <i>IT9140003 SIC/ZPS Stagni e saline di Punta della Contessa</i>	116
4.2.8. <i>IT9140001 SIC Bosco Tramazzone</i>	117
4.2.9. <i>IT9150006 SIC Rauccio</i>	117
4.2.10. <i>IT9150003 SIC Acquatina di Frigole</i>	118
4.2.11. <i>IT9150025 SIC Torre Veneri</i>	118
5. CONCLUSIONI.....	120
6. ALLEGATI.....	123
6.1. <i>Tavole illustrative</i>	123
6.2. <i>Formulari Rete Natura 2000</i>	123
7. BIBLIOGRAFIA	124

0. Premessa

Il presente Studio di Impatto Ambientale, comprensivo della Valutazione di Incidenza, è stato redatto nell’ambito del D.Lgs n.152/2006 e s.m.i, e si riferisce all’area dell’istanza di Permesso di Ricerca “d61 F.R.- NP”, presentata dalla Società Northern Petroleum (UK) Ltd in data 30-06-2006, e pubblicata sul B.U. degli Idrocarburi e della Geotermia il 31-07-2006, n.7.

Ai sensi del Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico del 26-4-2010, la società ha predisposto la documentazione necessaria alla pronuncia di compatibilità ambientale riguardo al Programma Lavori collegato con l’istanza di Permesso di Ricerca.

L’attività in oggetto è elencata negli “*Allegati alla Parte Seconda*” del D.Lgs 152/2006, *Allegato II – Progetti di competenza statale, punto 7) Prospezione, ricerca e coltivazione di idrocarburi in mare.*

Il Programma Lavori collegato all’istanza di Permesso di Ricerca si articola in due distinte fasi:

- **Prima Fase:** esecuzione studio geologico regionale, rielaborazione e interpretazione di 100km di dati sismici esistenti, e successiva acquisizione di 300km di nuovi dati sismici 2D;
- **Seconda Fase:** una volta completata la prima fase, nel caso si evidenzi una struttura di interesse minerario, sarà eseguito un pozzo esplorativo ad una profondità stimata di circa 4000m.

L’area ricade solo molto marginalmente all’interno della fascia di rispetto di 12 miglia nautiche oltre il perimetro delle aree marine e costiere tutelate, ai sensi del D.Lgs 128/2010, per una superficie di 2.8 kmq su 733.5 kmq (circa 0,4%), e ricade completamente al di fuori della fascia di rispetto di 5 miglia nautiche dalla linea di base.

In ottemperanza all’attuale normativa in materia, **all’interno della fascia di rispetto con estensione pari a 12 miglia dalle aree marine e costiere tutelate non verrà svolta alcuna attività di ricerca di idrocarburi liquidi o gassosi.**

Al momento attuale è possibile definire con sufficiente approssimazione solamente l’ubicazione della nuova campagna di acquisizione sismica, mentre non è possibile definire con esattezza l’ubicazione del futuro pozzo esplorativo, dal momento che mancano tutti i dati necessari allo scopo e che verranno acquisiti nel corso della vigenza del Permesso di Ricerca.

Pertanto il presente Studio di Impatto Ambientale si riferisce solamente alla Prima Fase del Programma Lavori, rimandando la Seconda Fase ad una specifica futura procedura di Valutazione di Impatto Ambientale nel momento in cui sarà possibile definire l’ubicazione e le caratteristiche del pozzo esplorativo.

La campagna di rilevamento sismico oggetto del presente studio fa parte di un più ampio progetto unitario di rilevamento sismico che investe una vasta area dell’Adriatico Meridionale.

La Northern Petroleum, oltre ad essere già titolare di due permessi di ricerca nell’Adriatico Meridionale, denominati F.R39.NP e F.R40.NP, ha presentato istanze per il conferimento di ulteriori sette permessi di ricerca: le istanze sono denominate convenzionalmente d149 D.R-.NP, d60 F.R-.NP, d61 F.R-.NP, d65 F.R-.NP, d66 F.R-.NP, d71 F.R-.NP, d72 F.R-.NP.

Le nove aree (due permessi di ricerca e sette istanze di permesso) coprono una superficie complessiva di circa 6.600 kmq. La campagna complessiva di rilevamento che si intende svolgere all’interno delle nove aree consiste in una acquisizione di nuovi dati sismici 2D. Lo sviluppo complessivo delle linee sismiche ammonta a circa 4.300 km. Il tempo di realizzazione del progetto unitario di rilevamento sismico è stimato complessivamente in circa 50 giorni, con condizioni meteo favorevoli.

Il rilevamento verrà effettuato impiegando una unica nave di acquisizione e quindi una unica sorgente acustica, eliminando in tal modo ogni possibilità di sovrapposizione di effetti legati dalla generazione dei più segnali acustici contemporaneamente presenti in una medesima area.

1. Quadro Programmatico

1.1. Istanza di ricerca - Riferimenti

L'istanza di ricerca è ubicata nel Mare Adriatico Meridionale, nella Zona “F”. La distanza dalla costa pugliese varia da un minimo di 22.4km (circa 12.1 miglia marine) fino ad un massimo di 55.6km (circa 30 miglia marine). 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 kmq (Figura 1.1).

Le coordinate dell'area sono le seguenti:

Vertice	Longitudine	Latitudine	Vertice	Longitudine	Latitudine
a	17° 31'	41° 23'	m	17° 54'	41° 09'
b	17° 38'	41° 23'	n	17° 51'	41° 09'
c	17° 38'	41° 20'	o	17° 51'	41° 05'
d	17° 40'	41° 20'	p	17° 48'	41° 05'
e	17° 40'	41° 16'	q	17° 48'	41° 07'
f	17° 43'	41° 16'	r	17° 30'	41° 07'
g	17° 43'	41° 13'	s	17° 30'	41° 08'
h	17° 46'	41° 13'	t	17° 26'	41° 08'
i	17° 46'	41° 12'	u	17° 26'	41° 20'
l	17° 54'	41° 12'	v	17° 31'	41° 20'

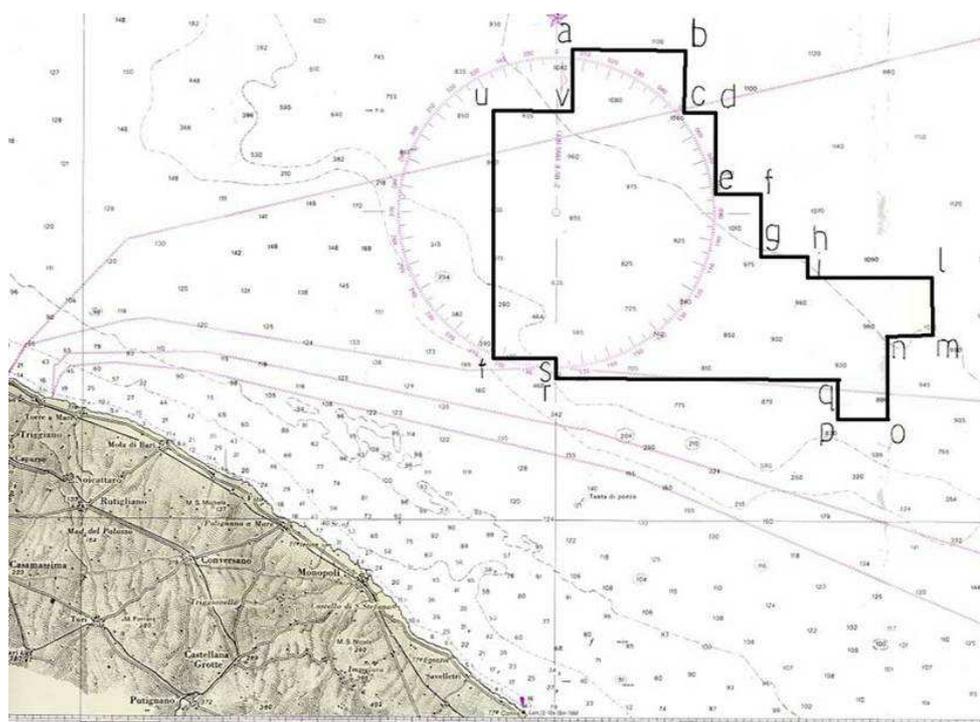


Figura 1.1 – Piano topografico dell'istanza

La cartografia ufficiale di riferimento è il Foglio n.921 della Carta Nautica delle coste d'Italia alla scala 1:250.000 dell'I.I.M.

L'istanza per l'ottenimento del permesso di ricerca, congiuntamente alla relazione geologica e al programma lavori, è stata presentata dalla Società Northern Petroleum (UK) Ltd in data 30-06-2006,

e successivamente pubblicata sul Bollettino Ufficiale degli Idrocarburi e della Geotermia il 31-07-2006, n.7.

L'area copre uno specchio di mare completamente al di fuori delle acque territoriali italiane, ricadente all'interno della piattaforma continentale italiana. Dal punto di vista minerario, l'area insiste nella “Zona F”, aperta all'esplorazione mineraria con Decreto Ministeriale del 13-6-1975, ripermetrata in ultima istanza con Decreto Ministeriale 30-10-2008.

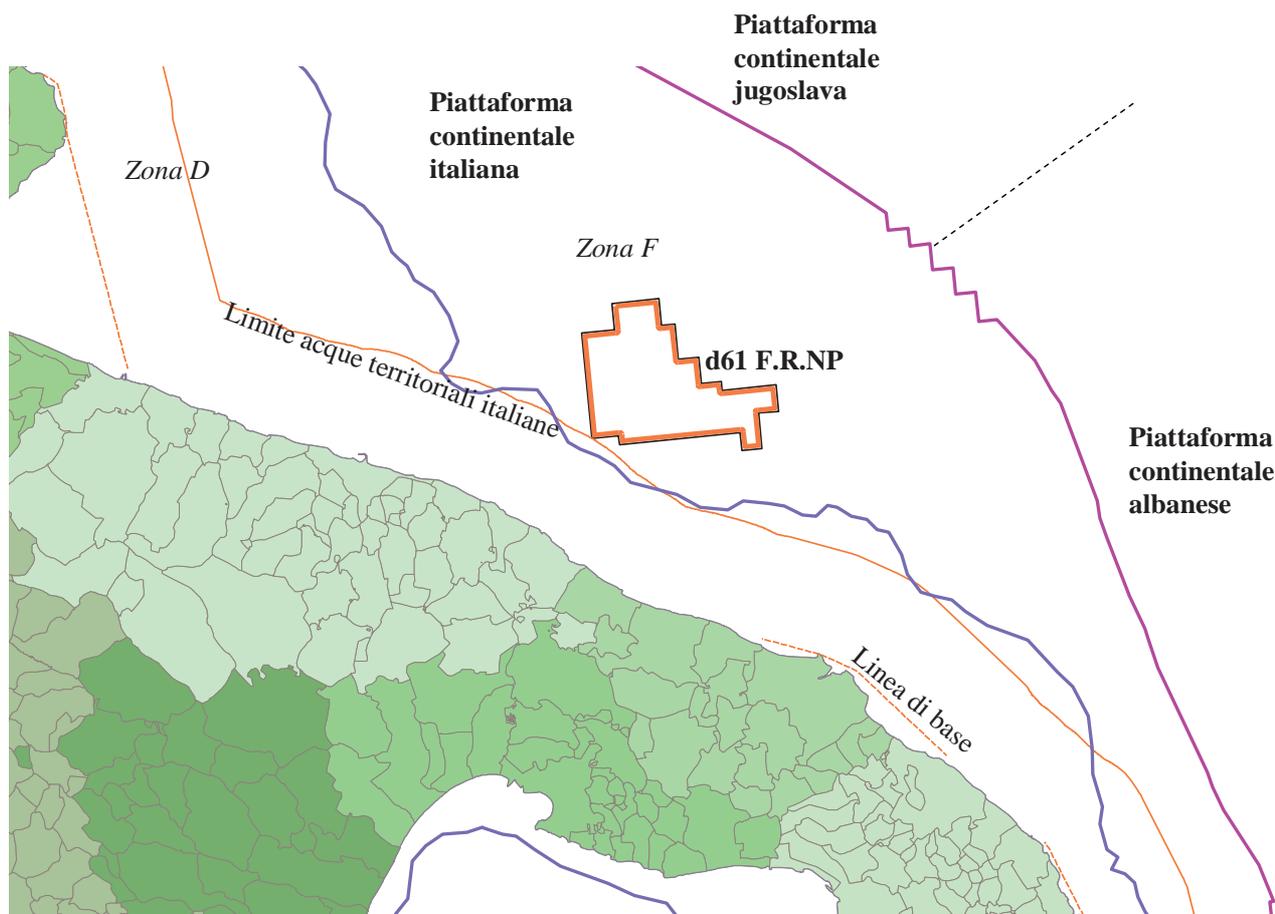


Figura 1.2 – Delimitazione acque territoriali e piattaforma continentale

L'area ricade solo molto marginalmente all'interno della fascia di rispetto di 12 miglia nautiche oltre il perimetro delle aree marine e costiere tutelate, ai sensi del recente D.Lgs 128/2010, per una superficie di 2.8 kmq su 733.5 kmq (circa 0.4%), e ricade completamente al di fuori della fascia di rispetto di 5 miglia nautiche dalla linea di base.

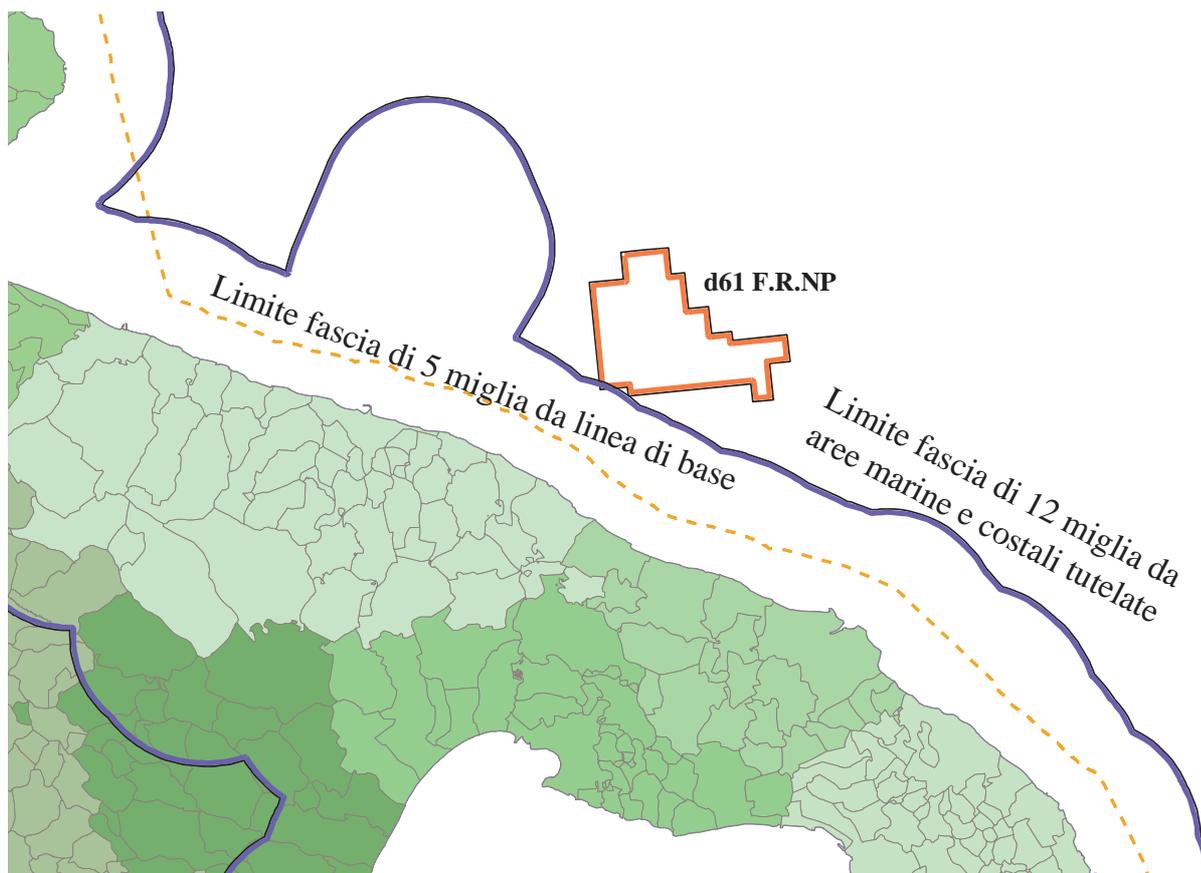


Figura 1.3 – Limitazioni alla ricerca di idrocarburi, introdotte dal D.Lgs 128/2010

1.2. Enti coinvolti nella procedura VIA

Il D.Lgs 128/2010 specifica che dovranno essere coinvolti nella procedura di Verifica di Impatto Ambientale gli enti locali ricadenti entro 12 miglia nautiche dall'area delle attività.

Dalle figure seguenti risulta che dovranno essere quindi coinvolti i seguenti enti locali, oltre agli enti che la normativa individua per i progetti sottoposti di competenza nazionale come quello in esame (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Ministero dei Beni Culturali ed Ambientali, Regione):

- Provincia di Bari
- Comune di Monopoli

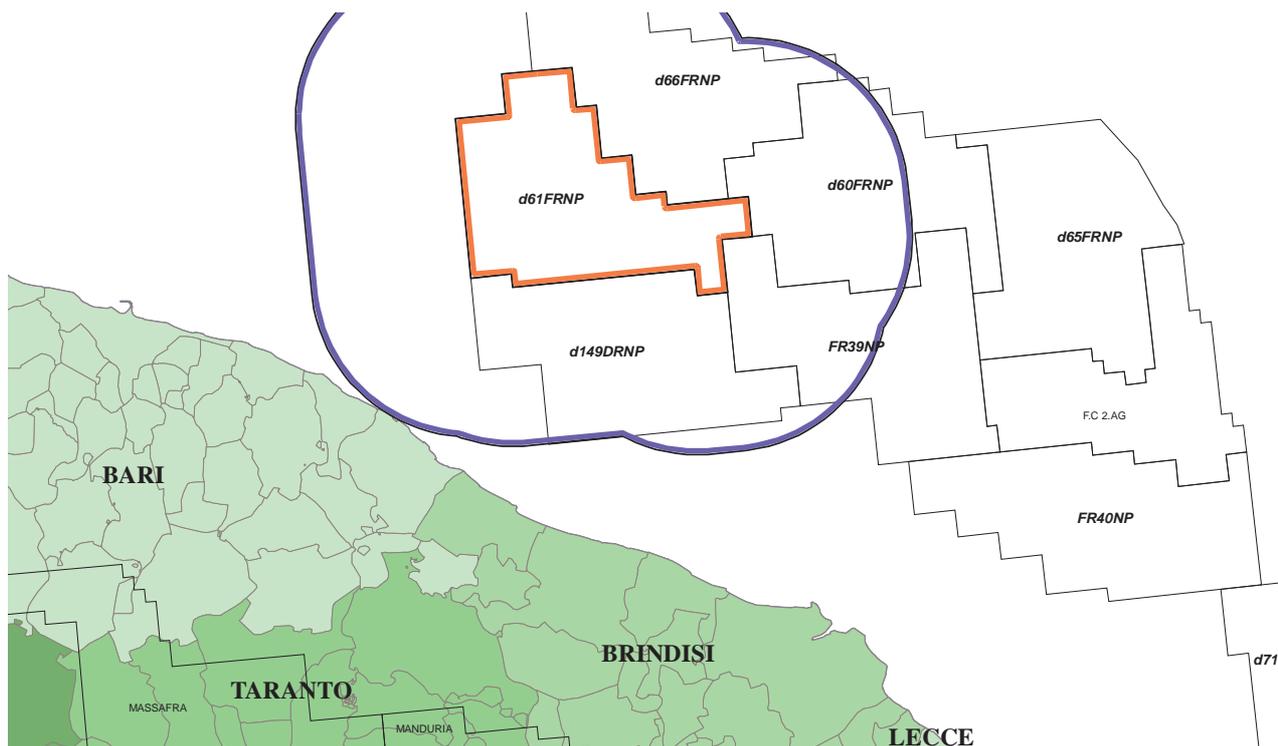


Figura 1.4– Enti locali all’interno di 12 miglia dalle aree delle attività

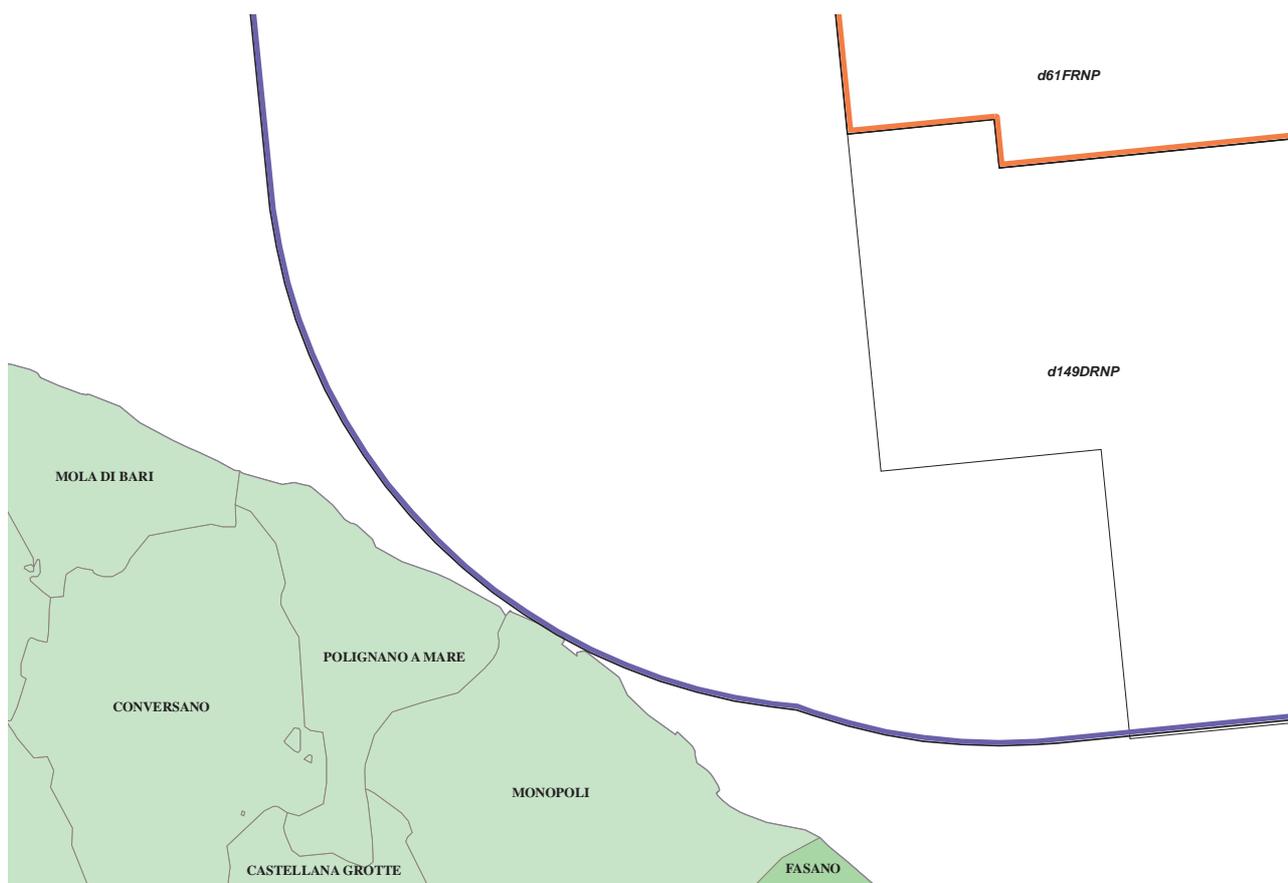


Figura 1.4– Enti locali all’interno di 12 miglia dalle aree delle attività - dettaglio

1.3. **Normativa di riferimento**

Il presente Studio di Impatto Ambientale è stato redatto seguendo la vigente normativa in materia ambientale e mineraria, di cui segue un elenco non esaustivo:

1.3.1. Normativa ambientale

- D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 “Norme in materia ambientale”;
- D.Lgs. 16 gennaio 2008, n. 4 “Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 recante norme in materia ambientale”.
- D.Lgs. 29 giugno 2010, n. 128 “Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, a norma dell'articolo 12 della legge 18 giugno 2009, n. 69”, che recita in particolare all'art.17:

“17. Ai fini di tutela dell'ambiente e dell'ecosistema, all'interno del perimetro delle aree marine e costiere a qualsiasi titolo protette per scopi di tutela ambientale, in virtù di leggi nazionali, regionali o in attuazione di atti e convenzioni internazionali sono vietate le attività di ricerca, di prospezione nonché di coltivazione di idrocarburi liquidi e gassosi in mare, di cui agli articoli 4, 6 e 9 della legge 9 gennaio 1991, n. 9. Il divieto è altresì stabilito nelle zone di mare poste entro dodici miglia marine dal perimetro esterno delle suddette aree marine e costiere protette, oltre che per i soli idrocarburi liquidi nella fascia marina compresa entro cinque miglia dalle linee di base delle acque territoriali lungo l'intero perimetro costiero nazionale. Al di fuori delle medesime aree, le predette attività sono autorizzate previa sottoposizione alla procedura di valutazione di impatto ambientale di cui agli articoli 21 e seguenti del presente decreto, sentito il parere degli enti locali posti in un raggio di dodici miglia dalle aree marine e costiere interessate dalle attività di cui al primo periodo. Le disposizioni di cui al presente comma si applicano ai procedimenti autorizzatori in corso alla data di entrata in vigore del presente comma. Resta ferma l'efficacia dei titoli abilitativi già rilasciati alla stessa data. Dall'entrata in vigore delle disposizioni di cui al presente comma è abrogato il comma 81 dell'articolo 1 della legge 23 agosto 2004, n. 239.”

- D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 “Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137”
- DM 16 giugno 1998 “Modalità di attuazione delle interruzioni tecniche della pesca per le navi abilitate allo strascico e/o volante relativamente all'anno 1998”
- L.4 luglio 1965, n. 963 “Disciplina della pesca marittima”
- L. 17 febbraio 1982, n.41 “Piano per la razionalizzazione e lo sviluppo della pesca marittima”
- L. 31 dicembre 1982 n. 979 “Disposizione per la difesa del mare”
- L. 6 dicembre 1991, n. 394 “Legge quadro sulle aree protette”

1.3.2. Normativa mineraria

- Decreto Ministeriale 26 aprile 2010, “Approvazione disciplinare tipo per i permessi di prospezione e di ricerca e per le concessioni di coltivazione di idrocarburi liquidi e gassosi in terraferma, nel mare territoriale e nella piattaforma continentale.”
- Legge 23 luglio 2009, n. 99, “Disposizioni per lo sviluppo e l'internazionalizzazione delle imprese, nonché in materia di energia.”
- Legge 6 agosto 2008, n.133, "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 25 giugno 2008, n. 112, recante disposizioni urgenti per lo sviluppo economico, la semplificazione, la competitività, la stabilizzazione della finanza pubblica e la perequazione tributaria"
- Legge 23 agosto 2004, n. 239, “Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia”
- Decreto Legislativo 23 maggio 2000, n. 164, “Attuazione della direttiva n. 98/30/CE recante norme comuni per il mercato interno del gas naturale, a norma dell'articolo 41 della legge 17 maggio 1999, n. 144”
- Decreto Legislativo 25 novembre 1996, n. 625, “Attuazione della direttiva 94/22/CEE relativa alle condizioni di rilascio e di esercizio delle autorizzazioni alla prospezione, ricerca e coltivazione di idrocarburi”
- Decreto Legislativo 25 novembre 1996, n. 624, “Attuazione della direttiva 92/91/CEE relativa alla sicurezza e salute dei lavoratori nelle industrie estrattive per trivellazione e della direttiva 92/104/CEE relativa alla sicurezza e salute dei lavoratori nelle industrie estrattive a cielo aperto o sotterranee”
- Legge 9 gennaio 1991, n. 9, “Norme per l'attuazione del nuovo piano energetico nazionale: aspetti istituzionali, centrali idroelettriche ed elettrodotti, idrocarburi e geotermia, autoproduzioni e disposizioni fiscali”
- Legge 21 luglio 1967, n. 613, “Ricerca e coltivazione degli idrocarburi liquidi e gassosi nel mare territoriale e nella piattaforma continentale e modificazioni alla Legge 11 gennaio 1957, n.6, sulla ricerca e coltivazione degli idrocarburi liquidi e gassosi”
- Legge 11 gennaio 1957, n. 6, “Ricerca e coltivazione degli idrocarburi liquidi e gassosi”
- Regio Decreto 29 luglio 1927, n. 1443, “Norme di carattere legislativo per disciplinare la ricerca e la coltivazione delle miniere nel Regno”

1.3.3. Diritto del mare

Si riporta di seguito un sintetico glossario dei termini in uso nel Diritto del Mare.

La normativa nazionale / internazionale di riferimento è:

- Codice della Navigazione, approvato con RD 30 marzo 1942;
- Ginevra: Con il pertinente numero cardinale di riferimento sono state citate le seguenti Convenzioni adottate a Ginevra il 29 aprile 1958:
 - I Convenzione sul mare territoriale e sulla zona contigua;
 - II Convenzione sull’alto mare;
 - III Convenzione sulla pesca e sulla conservazione delle risorse biologiche dell’alto mare;
 - IV Convenzione sulla piattaforma continentale.
- UNCLOS: Convenzione delle Nazioni Unite sul Diritto del Mare (United Nations Convention on the Law of the Sea) adottata a Montego Bay il 10 dicembre 1982

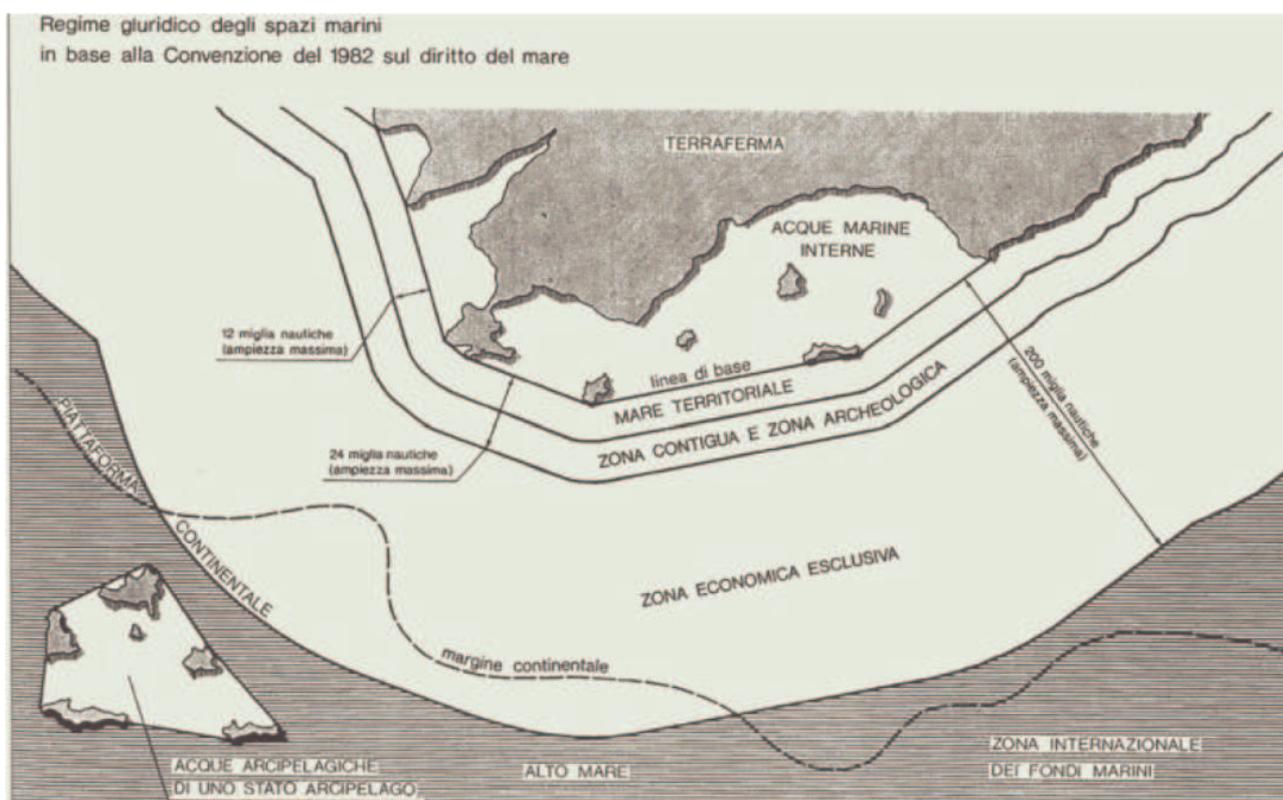


Figura 1.5– Esempificazione delle diverse aree marine secondo il diritto internazionale

Acque Interne

Le acque comprese tra la costa e le linee di base del mare territoriale costituiscono le acque interne (Ginevra,I, 5,1; UNCLOS 8,1).

Lo status legale delle acque interne è caratterizzato dal completo e incondizionato esercizio della sovranità dello Stato costiero, al pari di quanto avviene nell’ambito dei suoi confini terrestri.

Acque Territoriali

La sovranità dello Stato costiero si estende, al di là della terraferma e delle acque interne e, nel caso di uno Stato arcipelagico, nelle sue acque arcipelagiche su una zona di mare adiacente denominata acque territoriali (Ginevra, I,1,1, UNCLOS 2,1).

Questa sovranità si estende anche allo spazio aereo sovrastante le stesse e al loro fondo e sottofondo marino. L'ampiezza massima delle acque territoriali è attualmente stabilita in 12 miglia misurate a partire dalle linee di base (UNCLOS 3).

Tutti i Paesi rivieraschi del Mediterraneo hanno adottato il limite delle 12 miglia delle acque territoriali.

Per quanto riguarda l'Italia, il limite delle 12 miglia è stato adottato con la L. 14 agosto 1974, n. 359. La delimitazione delle acque territoriali tra l'Italia e i Paesi confinanti, in zone in cui la distanza tra le rispettive linee di base è inferiore alle 24 miglia, è stata attuata con:

- la Convenzione di Parigi del 28 novembre 1986 tra Italia e Francia relativa alla delimitazione delle frontiere marittime nell'area delle Bocche di Bonifacio;
- il Trattato di Osimo del 10 novembre 1975 tra la ex Jugoslavia e l'Italia.

Alto Mare

Secondo nozione consolidata (Ginevra, I, 1) per alto mare si intendono tutte quelle parti del mare che non appartengono né al mare territoriale né alle acque interne.

Si fa ricorso alla categoria più generale delle acque internazionali che comprende la zona contigua e la zona economica esclusiva, mentre si usa il termine alto mare per indicare gli spazi marini al di là della zona economica esclusiva.

Linea di Base

Il termine indica genericamente la linea dalla quale è misurata l'ampiezza delle acque territoriali .

È detta linea di base normale (*normal baseline*) la linea di bassa marea lungo la costa (Ginevra I, 3; UNCLOS 5).

Ai fini del tracciamento delle linee di base può altresì essere impiegato il metodo delle linee di base rette (*straight baselines*) colleganti punti appropriati della costa (Ginevra, I, 4,1;UNCLOS,7,1).

Si sono sinora avvalsi della possibilità di tracciare linee di base rette , a modifica del regime seguito in precedenza che individuava nella linea di bassa marea lungo la costa la linea di base normale delle acque territoriali , la gran parte dei Paesi del Mediterraneo e, cioè, Marocco, Algeria, Tunisia, Malta, Libia, Egitto, Siria, Turchia, Albania, Jugoslavia, Italia, Francia, Spagna

L'Italia, con DPR 26.4.4.1973, n. 816 ha adottato un sistema di linee di base (articolato, lungo la penisola, in 21 segmenti, e attorno alla Sicilia e alla Sardegna, rispettivamente, in 10 e 7 segmenti) che ha prodotto una notevole semplificazione del margine esterno del mare territoriale (passato, in questo modo, ad uno sviluppo lineare di meno di 5.000 km, rispetto ai 7.551 km della penisola

(3.702 km di coste continentali) e delle isole (3.849 km di coste insulari di cui 1.500 della Sicilia e 1.850 della Sardegna).

Piattaforma Continentale

Per piattaforma continentale si intende attualmente (UNCLOS 76,1) 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.

Quello delle 200 miglia è, in definitiva, considerato dalla Convenzione del 1982 come il limite minimo della piattaforma continentale.

I diritti sovrani di esplorazione e sfruttamento delle risorse naturali della piattaforma continentale (minerali quali i noduli polimetallici o il petrolio, risorse non viventi, o specie viventi sedentarie) appartengono allo Stato costiero *ipso facto* e *ab initio*, nel senso che la loro titolarità non è la conseguenza di un atto di proclamazione o di un possesso effettivo realizzato mediante occupazione (UNCLOS 77).

Ai Paesi terzi spetta invece il diritto di navigazione e sorvolo sulla massa d'acqua sovrastante la piattaforma continentale (UNCLOS 78).

Eguale è libera l'attività di pesca di tutte le specie ittiche tranne quelle stanziali (v. peschiere sedentarie), a meno che non siano state proclamate in loco zone riservate di pesca o zone economiche esclusive. La posa di cavi e condotte sottomarine è soggetta alle condizioni stabilite dallo Stato costiero, mentre la ricerca scientifica deve essere da questo espressamente autorizzata.

Piattaforma continentale italiana

I principi adottati dall'Italia per la regolamentazione della ricerca ed estrazione degli idrocarburi nella propria piattaforma continentale sono contenuti nella L. 21 luglio 1967, n. 613. La normativa disciplina le condizioni per il rilascio dei permessi di ricerca stabilendo, in armonia con le relative disposizioni della IV Convenzione di Ginevra del 1958, che il limite della piattaforma continentale italiana è costituito dalla isobata dei 200 m o, più oltre, da punti di maggiore profondità, qualora lo consenta la tecnica estrattiva, sino alla «linea mediana tra la costa italiana e quella degli stati che la fronteggiano», a meno che, con accordo, non venga stabilito un confine diverso.

Questi i trattati di delimitazione della piattaforma continentale finora stipulati dall'Italia con i Paesi mediterranei frontisti:

- Accordo con la Jugoslavia dell'8 gennaio 1968 (ratificato con DPR 22 maggio 1969, n. 830; in vigore dal 21 gennaio 1970)
- Accordo con la Tunisia del 28 agosto 1971 (ratificato con L. 3 giugno 1978, n. 357; in vigore dal 16 dicembre 1978):

- Accordo con la Spagna del 19 febbraio 1974 (ratificato con L. 3 giugno 1978, n. 348; in vigore dal 16 novembre 1978)
- Accordo con la Grecia del 24 maggio 1977 (ratificato con L. 23 marzo 1980, n. 290; in vigore dal 3 luglio 1980)
- Accordo con l’Albania del 18 dicembre 1992 (ratificato con legge 12 aprile 1995, n. 147 ed entrato in vigore il 26 febbraio 1999)

In materia di piattaforma continentale italiana bisogna inoltre considerare che:

- la trattativa con la Francia si interruppe nel 1974;
- esiste un *modus vivendi* con Malta, instaurato con scambio di note verbali del 29 aprile 1970;

1.4. Scenario energetico nazionale

Il Ministero dello Sviluppo Economico (MSE) ha condotto nel 2005 uno studio teso a stimare il fabbisogno energetico nazionale fino al 2020, analizzando l'evoluzione tendenziale dei consumi e della tipologia di fonte energetica impiegata.

Sono state analizzate le serie storiche dei fabbisogni energetici fino al 2004, ed è stata ipotizzato uno sviluppo tendenziale fino al 2020.

L'analisi condotta mostra che il fabbisogno energetico, pur in presenza di un'intensità energetica continuamente decrescente, aumenta in misura notevole (+ 24,6% nel 2020 rispetto al 2004) e continua ad essere soddisfatto prevalentemente dai combustibili fossili (83%). Il processo di diversificazione delle fonti di approvvigionamento sembra essere molto limitato: al 2020, infatti, gas e petrolio continuano a rappresentare insieme il 77% delle fonti, appena inferiore alla quota del 2004 dell'80%.

La dipendenza energetica del Paese, nonostante l'apporto delle rinnovabili, rimane pressoché immutata e comunque estremamente alta, circa l'84%.

Continua perciò a presentarsi un problema di sicurezza degli approvvigionamenti.

Per quel che riguarda il petrolio, la cui domanda è mantenuta elevata essenzialmente dal settore dei trasporti, l'instabilità socio-politica delle aree di approvvigionamento e la continua crescita dei prezzi, legata al decrescente divario fra domanda e offerta sui mercati internazionali, costituiscono fattori di rischio sia per la sicurezza che per i prezzi delle forniture.

In merito al gas naturale, l'importante crescita dei consumi, legata prevalentemente ma non solo al settore termoelettrico, pone l'esigenza di incrementare le vie di importazione, soprattutto tramite la realizzazione di terminali di rigassificazione, che rendono l'approvvigionamento più flessibile e meno legato all'offerta di singoli paesi. Fondamentale sembra poi il raggiungimento dell'obiettivo di trasformare il nostro Paese da mero importatore di gas a snodo di distribuzione europeo, ovviamente attrezzandosi con le necessarie infrastrutture.

Il sistema elettrico, per quanto in questi ultimissimi anni abbia superato la crisi di sotto capacità produttiva, continua a necessitare di nuove strutture ed infrastrutture. Nel giro di una decina di anni, infatti, il nuovo parco centrali che si va realizzando non sarà più sufficiente a provvedere in maniera sicura alla domanda di energia né tanto meno a sostenere i picchi di domanda, soprattutto estivi.

L'evoluzione del fabbisogno energetico nazionale presenta una crescita media annua del 1,38% tra il 2005 ed il 2020, confrontata con la crescita media annua dell'1,23% avutasi negli anni 1991-2004.

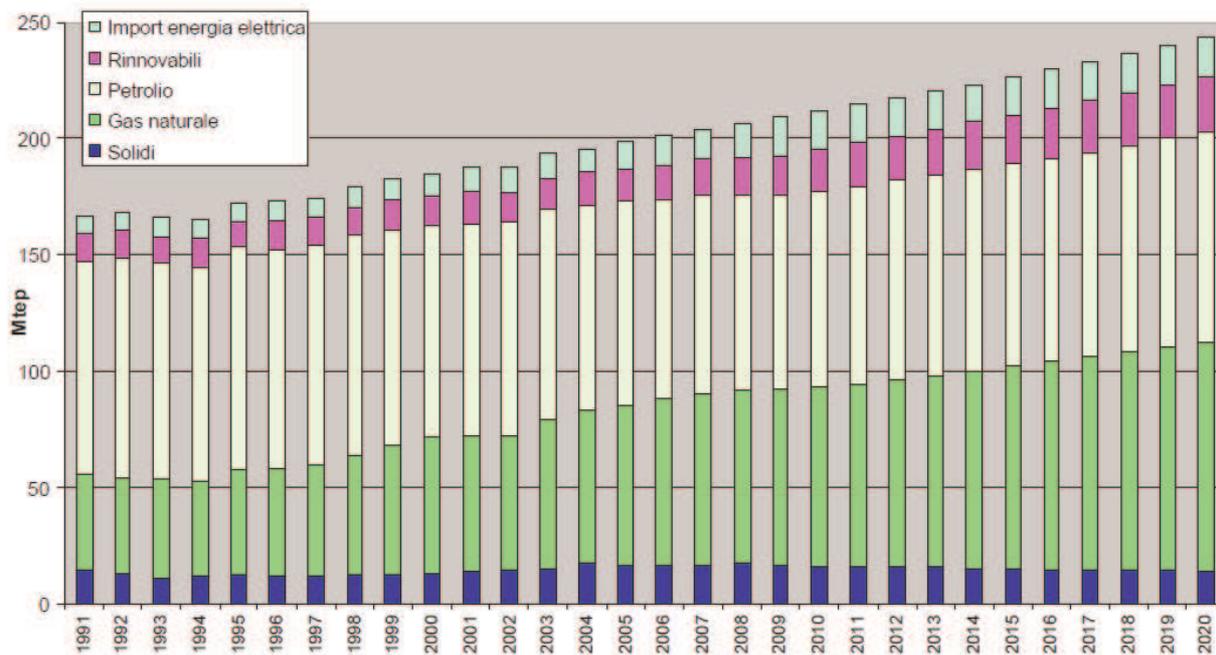


Figura 1.6 – Evoluzione del fabbisogno energetico nazionale, per fonte(da MSE)

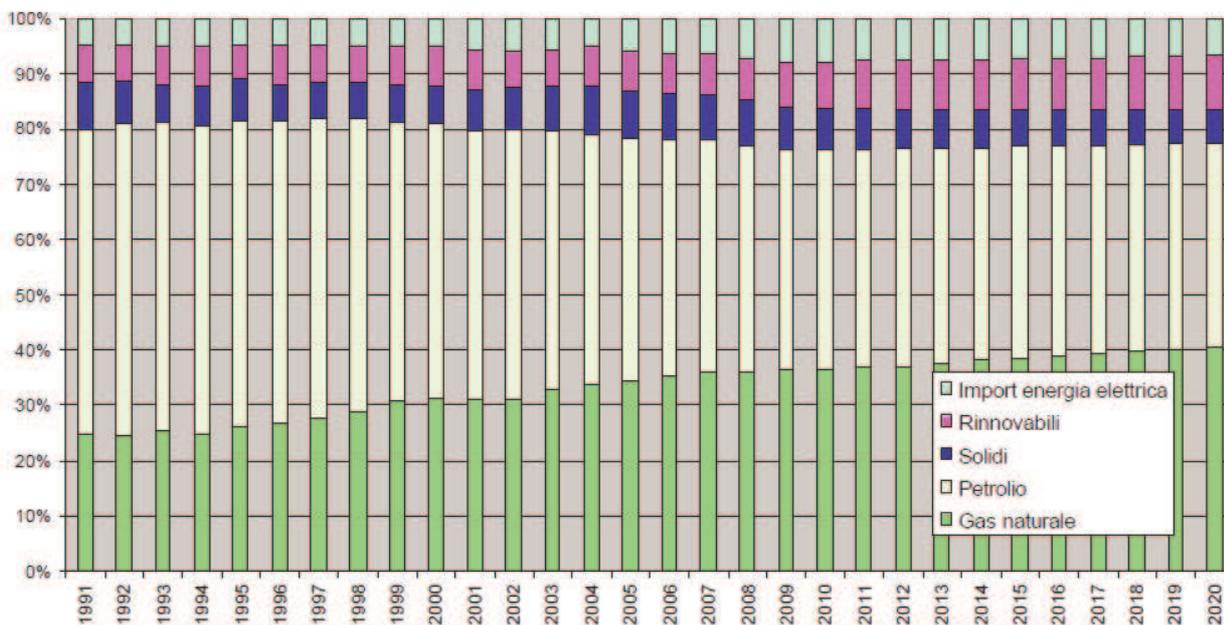


Figura 1.7– Contributo percentuale delle varie fonti energetiche alla copertura del fabbisogno(da MSE)

Il fabbisogno energetico passa così dai 195,5 Mtep nel 2004 a 243,6 Mtep nel 2020, passando per 212 Mtep nel 2010.

L'intensità energetica (fabbisogno di energia in relazione al valore del settore in cui viene consumata) continua a diminuire a ritmi analoghi a quelli avuti dopo la metà degli anni '80 dopo la significativa riduzione avuta grazie alle politiche di efficienza energetica avviate nella seconda metà

degli anni '70. La crescita del fabbisogno, infatti, con una crescita del PIL dell'1,65% medio annuo, cresce dal 2005 al 2020 ad un ritmo dell'1,38%, laddove, nel periodo 1991 – 2004, con un PIL in crescita dell'1,4%, il fabbisogno è cresciuto con un tasso medio annuo dell'1,23%.

Per quel che riguarda la copertura del fabbisogno, si osserva quanto segue:

- un significativo aumento del gas naturale, che passa da 66,21 Mtep nel 2004, a 77,1 Mtep nel 2010 e 98,2 Mtep nel 2020, con un incremento percentuale a fine periodo del 48%;
- il petrolio mostra una iniziale leggera diminuzione fino al 2010 (da 88,0 Mtep a 84,1 Mtep) dovuta al sempre minore impiego nel termoelettrico, seguita da una crescita fino al 2020 (90,4 Mtep) dovuta al suo impiego pressoché esclusivo nei trasporti;
- l'impiego di combustibili solidi è in leggera diminuzione (da 17,1 Mtep nel 2004, a 15,9 Mtep nel 2010 per poi diminuire a 14,1 Mtep nel 2020), in quanto l'uso crescente del carbone nel termoelettrico è compensato sia dalla diminuzione degli “altri combustibili” solidi nello stesso termoelettrico, che dalla diminuzione dell'impiego del carbone nel settore industriale;
- l'impiego delle fonti rinnovabili è in continuo aumento, passando da 14,1 Mtep nel 2004 ai 18,1 Mtep nel 2010 fino a giungere a 24,1 Mtep nel 2020, con un incremento percentuale a fine periodo di quasi il 74%. Il loro impiego per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili ammonta all'87% del totale per il 2004, all'84% nel 2010 ed al 77% nel 2020.

In Figura 1.7 è mostrato il contributo percentuale delle varie fonti energetiche alla copertura del fabbisogno. Il dato più significativo che emerge è il lento ma continuo declino del petrolio a vantaggio del gas, che a partire dal 2015 diventa la principale fonte energetica, coprendo nel 2020 oltre il 40% dell'intero fabbisogno, seguito dal petrolio (37,1%) e dalle fonti rinnovabili (circa 10%). L'osservazione che il fabbisogno del sistema energetico nazionale continua a venire soddisfatto per larga misura dai combustibili fossili (83% nel 2010 e nel 2020, contro l'88% nel 2004), fa porre il problema della valutazione della dipendenza energetica del Paese, anche in considerazione del sempre crescente impiego del gas naturale.

A questo fine, si valuta che, in mancanza di nuovi investimenti nella ricerca e sfruttamento delle risorse energetiche nazionali, la produzione nazionale di petrolio possa, seppur lentamente, aumentare dagli attuali circa 5,5 Mtep/anno a poco più di 6 Mtep/anno nel 2020, mentre quella di gas naturale continui nel suo inesorabile declino, dagli attuali circa 11 Mtep/anno a meno di 9 Mtep/anno nel 2020. Con queste premesse aumenta, ovviamente, la dipendenza energetica dall'estero per il gas naturale (da circa l'84% al 91% nel 2020), mentre per il petrolio si assesta intorno al 93%.

Ciò nonostante, il maggior ricorso alle fonti rinnovabili consente di non incrementare ulteriormente gli attuali livelli di dipendenza energetica complessiva, già così elevati (circa l'84%).

Analizzando più i vari settori di impiego, risulta come i consumi energetici vengano prevalentemente assorbiti da tre settori: i trasporti, l'industria, il civile.

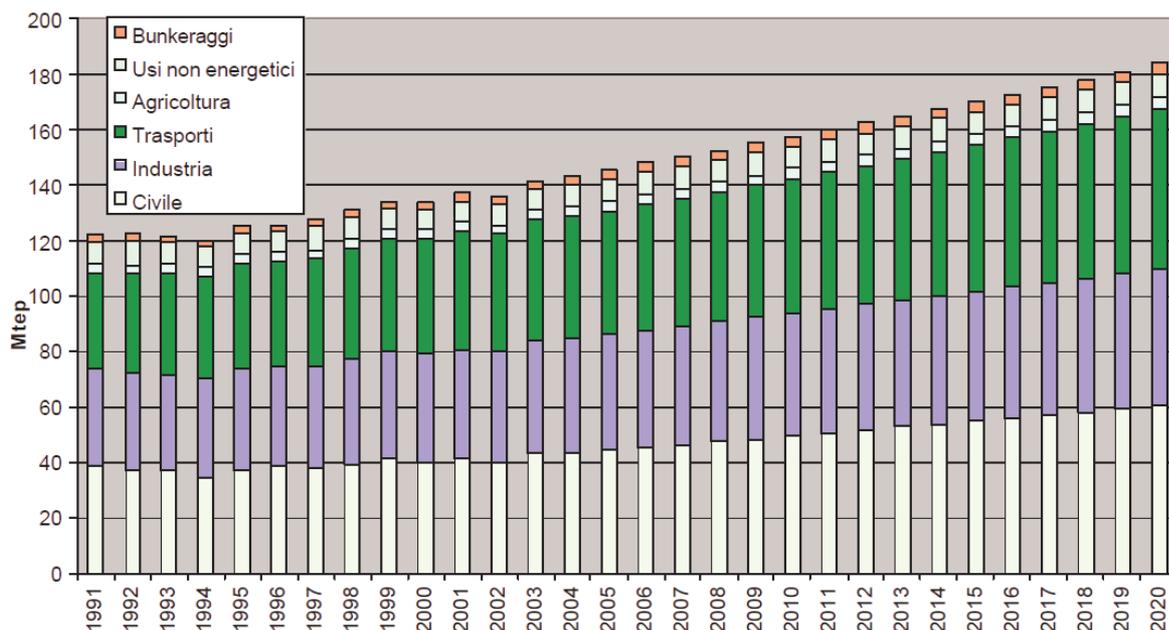


Figura 1.8– Contributo dei vari settori ai consumi finali (da MSE)

I consumi legati ai trasporti, ovviamente, sono dipendenti quasi esclusivamente dal petrolio (per il 97%), mentre il resto è coperto da biocarburanti e merano.

I consumi legati al civile si possono grossolanamente suddividere in 30% per il settore terziario, e 70% per il settore residenziale. Nel residenziale (rif. anno 2010) gioca un ruolo fondamentale il metano (circa il 62%), destinato ad aumentare per soddisfare il futuro fabbisogno. L'energia elettrica partecipa per circa il 18%, il resto è coperto da prodotti petroliferi (15%) e rinnovabili (5%).

Per l'industria i consumi sono molto legati al metano (45% rif. 2010), all'energia elettrica (27%), ai prodotti petroliferi (18%), ai combustibili solidi (9%) e solo per l'1% alle rinnovabili.

Per quanto riguarda la produzione di energia elettrica, il nostro paese, con l'attuale sistema di approvvigionamento energetico, risulta dipendente quasi per quasi l'80% da combustibili fossili, con una quota di circa il 20% derivante dalle rinnovabili. Si può notare come progressivamente i prodotti petroliferi scompaiano dalla mix energetico per la produzione di energia elettrica, a vantaggio del gas che gioca invece il ruolo prevalente (55% rif 2010). I combustibili solidi forniscono un contributo di circa il 20%.

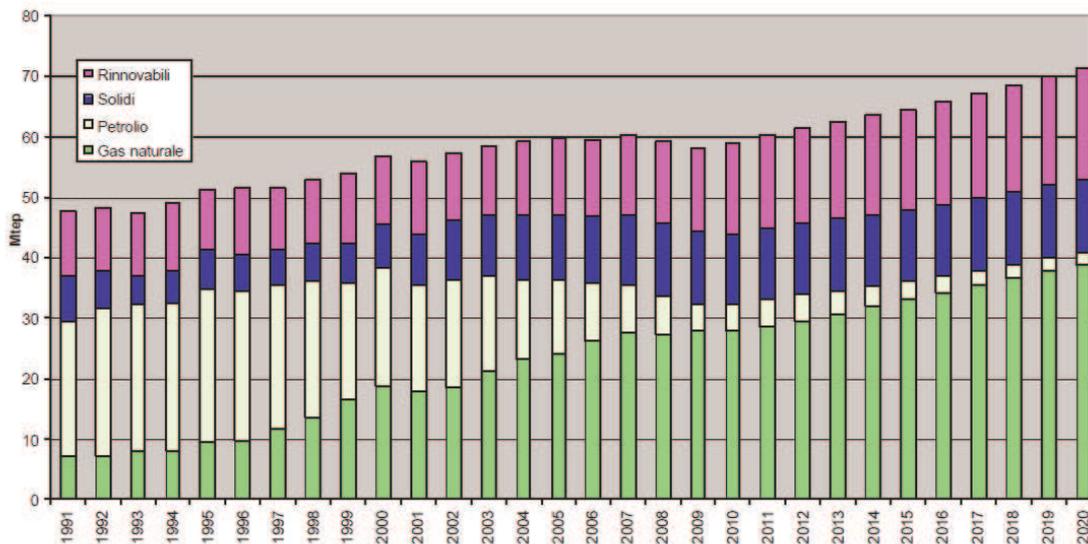


Figura 1.9 – Fabbisogno per la produzione di energia elettrica suddiviso per fonte (da MSE)

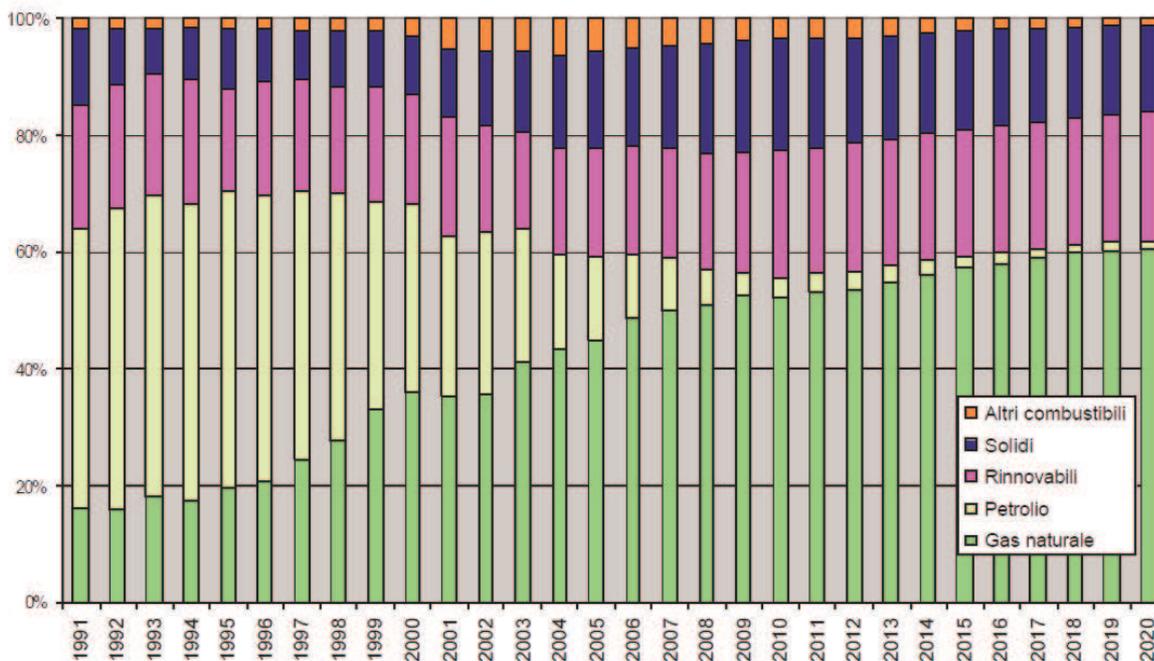


Figura 1.10– Distribuzione percentuale del fabbisogno per la produzione di energia elettrica suddiviso per fonte (da MSE)

1.5. La ricerca e produzione di idrocarburi in Italia

L'Italia da sempre è stata interessata dall'attività di ricerca e produzione di idrocarburi.

Gli idrocarburi nazionali, infatti, con le produzioni sviluppate nel dopoguerra, hanno permesso la crescita economica del paese.

Il crescente fabbisogno energetico nazionale e l'esaurirsi dei giacimenti attualmente in coltivazione pone un serio problema di approvvigionamento energetico che incide molto pesantemente sulla Bilancia commerciale e quindi sull'indebitamento nazionale nei confronti dell'estero.

La produzione di gas ha conosciuto un picco di circa 21 Mld Smc nel 1994, per poi scendere costantemente fino a circa 8 Mld Smc del 2009. La maggior parte del gas italiano viene dai giacimenti ubicati nel Mar Adriatico.

Per quanto riguarda il petrolio, invece, si riscontra negli ultimi anni un andamento variabile tra 5 e 6 mln t/anno, grazie al contributo dei giacimenti ubicati in Basilicata ed in Sicilia

Produzione di Gas negli anni 1989 - 2009

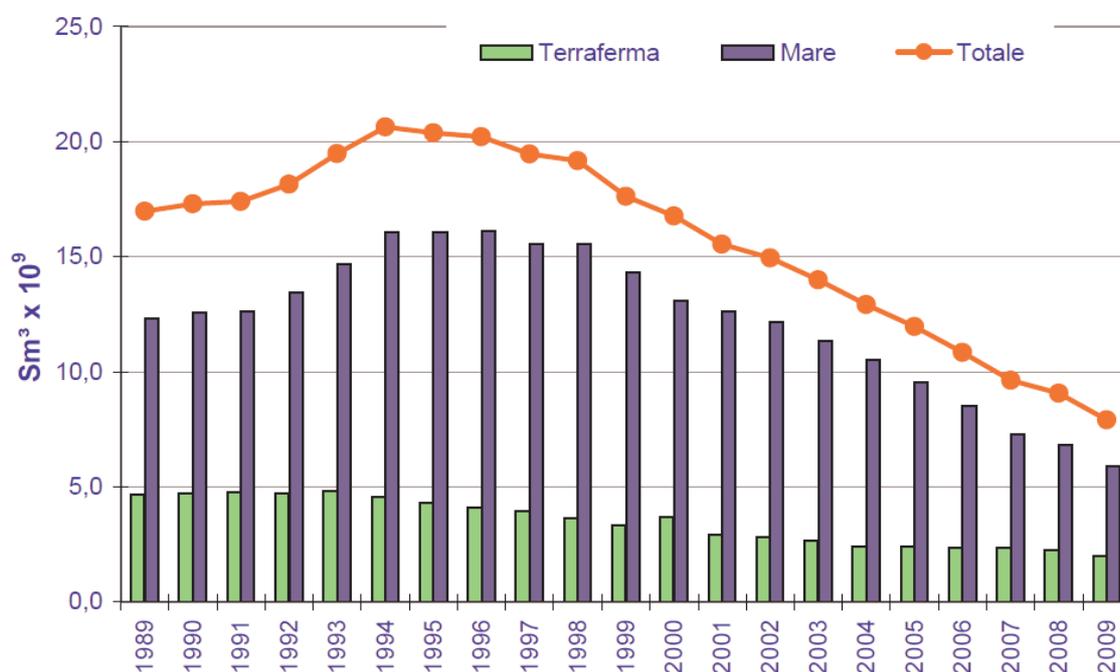


Figura 1.11 – Produzione di gas dal 1989 al 2009 (Ministero Sviluppo Economico)

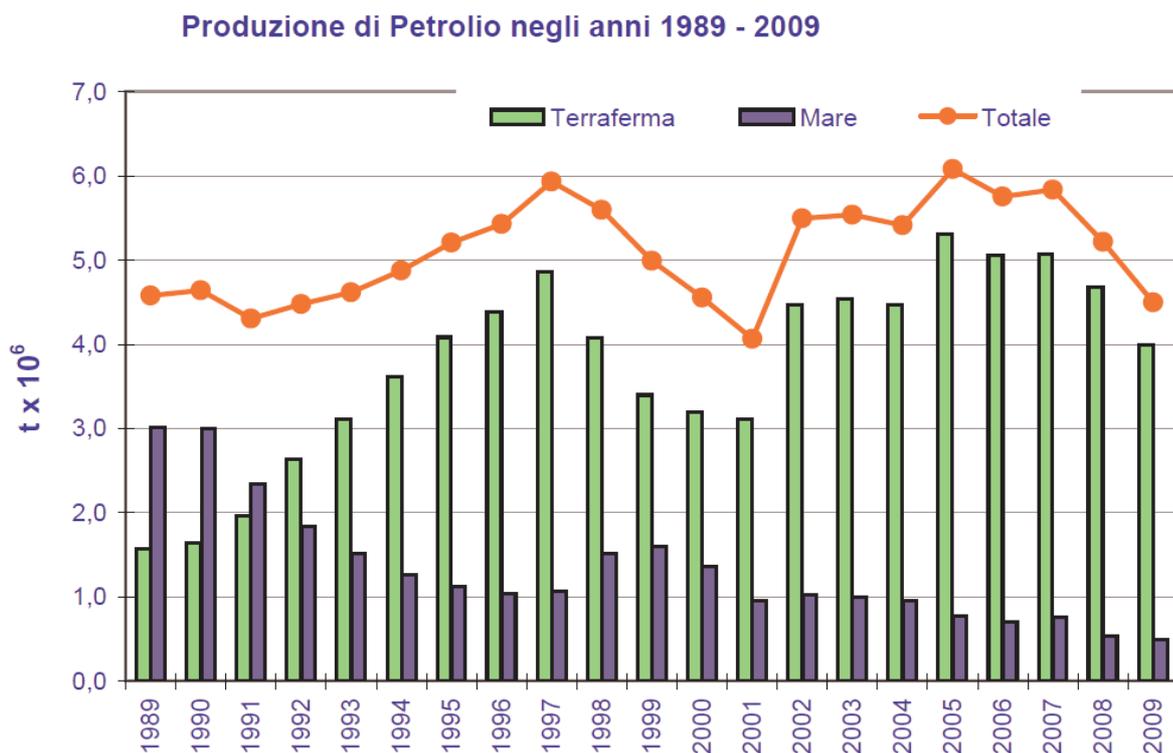


Figura 1.12– Produzione di petrolio dal 1989 al 2009 (Ministero Sviluppo Economico)

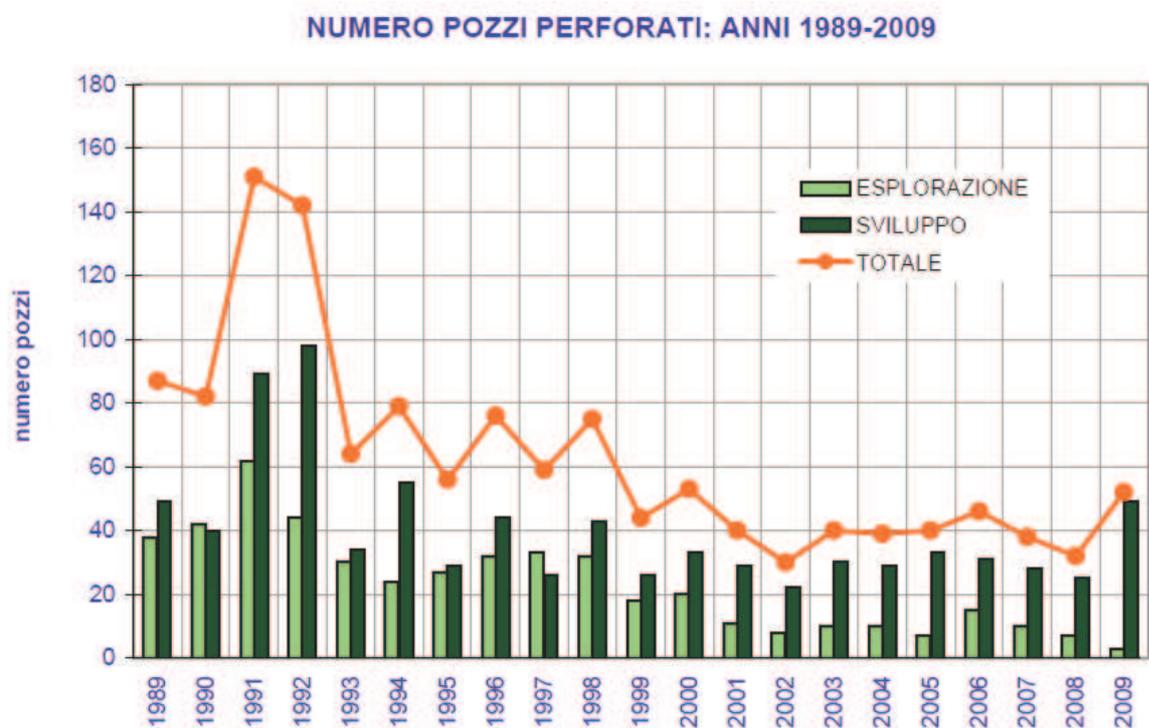


Figura 1.13– Pozzi perforati dal 1989 al 2009. Nei pozzi di sviluppo sono compresi anche i pozzi per i campi di stoccaggio (Ministero Sviluppo Economico)

L'andamento al ribasso delle produzioni è determinato dalla mancanza di nuove scoperte: come si può notare confrontando il grafico dei pozzi esplorativi perforati con le produzioni di idrocarburi, si evince che maggiore è l'attività esplorativa, maggiore è anche il quantitativo di idrocarburi che si riesce a valorizzare.

Ultimamente l'attività esplorativa è andata sempre più scemando: in Italia nel 2009 sono stati perforati solamente 3 pozzi esplorativi, che non hanno portato al rinvenimento di nessun nuovo giacimento.

Questa stasi nell'attività esplorativa deriva sostanzialmente dal quadro normativo e burocratico che regola l'attività in Italia: i tempi per portare a maturazione un progetto sono molto lunghi, essendo scanditi da iter autorizzativi molto complessi e articolati. A questo si accompagna una complessiva incertezza normativa, determinata da continui cambiamenti a livello normativo sia nazionale che regionale.

A livello nazionale il Ministero dello Sviluppo Economico stima che, in base alle attuali conoscenze, siano ancora producibili 92.3 Mld Smc di gas e 127.7 mln t di petrolio. Operatori del settore ritengono che queste cifre siano molto pessimistiche, ritenendo che le riserve producibili possano essere anche molto maggiori: ovviamente è necessario incoraggiare l'attività di ricerca per individuare nuovi giacimenti. La produzione di idrocarburi nazionali, ancorché non riuscirà mai a soddisfare il fabbisogno nazionale, è però un elemento fondamentale per contenere la bilancia commerciale e quindi limitare il continuo ricorso all'indebitamento nazionale.

GAS (Milioni di Sm ³)					
	CERTE	PROBABILI	POSSIBILI	RECUPERABILI	%
Nord Italia	2.745	3.443	1.503	4.767	5,2
Centro Italia	1.604	3.076	2.536	3.649	4,0
Sud Italia	14.139	7.623	8.957	19.742	21,4
Sicilia	2.809	942	85	3.297	3,6
TOTALE Terra	21.297	15.085	13.080	31.455	34,1
Zona A	29.597	14.130	6.840	38.030	41,2
Zona B	6.759	5.418	638	9.595	10,4
Zona D+F+G	5.922	13.531	2.707	13.229	14,3
TOTALE Mare	42.278	33.079	10.184	60.854	65,9
TOTALE Italia	63.574	48.163	23.265	92.309	100,0

Tabella 1.1– Riserve recuperabili di gas, secondo le attuali conoscenze (da MSE)

OLIO (Migliaia di t)					
	CESTE	PROBABILI	POSSIBILI	RECUPERABILI	%
Nord Italia	1.511	753	164	1.920	1,5
Centro Italia	90	2.564	813	1.535	1,2
Sud Italia	55.021	65.891	99.789	107.924	84,5
Sicilia	5.551	2.702	980	7.098	5,6
TOTALE Terra	62.173	71.911	101.745	118.477	92,8
Zona B	3.696	1.678	0	4.535	3,6
Zona C	2.834	116	472	2.987	2,3
Zona F	1.055	1.295	0	1.703	1,3
TOTALE Mare	7.585	3.090	472	9.224	7,2
TOTALE Italia	69.758	75.000	102.217	127.702	100,0

Tabella 1.2 – Riserve recuperabili di petrolio, secondo le attuali conoscenze (da MSE)

1.6. **Gli idrocarburi e la Bilancia dei Pagamenti**

La Bilancia dei Pagamenti è la registrazione delle transazioni dei residenti di un Paese con il resto del mondo.

Si divide in due conti principali, il Conto delle Partite Correnti (*Bilancia Commerciale*) e il Conto Capitale. Il primo riguarda il commercio in beni e servizi, mentre il secondo interessa gli acquisti e le vendite di attività finanziarie e reali (azioni, obbligazioni e immobili). A livello contabile la registrazione si basa sulla semplice regola secondo la quale ogni transazione che comporta un pagamento da parte dello stesso paese rappresenti una voce in uscita.

Per definizione la Bilancia dei Pagamenti deve risultare sempre in pareggio, quindi se un Paese registra un disavanzo della parte commerciale (se importa più di quanto esporti) dovrà finanziarsi all'estero facendo entrare dei capitali nel Paese, mentre un Paese che presenta un avanzo della parte commerciale avrà del denaro da investire all'estero. Con questo indicatore è quindi possibile valutare la dinamica dei flussi di capitale di un Paese e capire se stiano entrando o uscendo.

Per quanto riguarda la Bilancia Commerciale la voce alla quale si attribuisce il maggior peso è il Saldo Commerciale, che riporta la differenza tra esportazioni ed importazioni.

Il saldo della Bilancia Commerciale è un indicatore economico importante. Quando è positivo (Avanzo Commerciale) o in pareggio indica che l'economia di un Paese è in grado di soddisfare la domanda interna di beni e servizi coi propri mezzi, mentre un saldo negativo (Disavanzo Commerciale) è indice di un'economia che dipende almeno in parte da beni provenienti dall'estero.

Da parte delle autorità monetarie, il problema principale legato ai disavanzi commerciali è rappresentato dall'esigenza di procurarsi la valuta estera necessaria a pagare la differenza tra esportazioni e importazioni.

A tale scopo è possibile intervenire in diversi modi: ricorrere alle riserve ufficiali in valuta, riserve che tuttavia sono solitamente limitate e quindi non possono essere usate per disavanzi commerciali di lunga durata (detti anche strutturali), oppure richiedere prestiti internazionali (pubblici o privati) che però a lungo andare generano un debito estero. In alternativa è possibile svalutare la moneta

nazionale, cioè rendere più costose le valute estere e quindi le importazioni, rendendo nello stesso tempo meno costose le esportazioni, in modo da riequilibrare la Bilancia Commerciale.

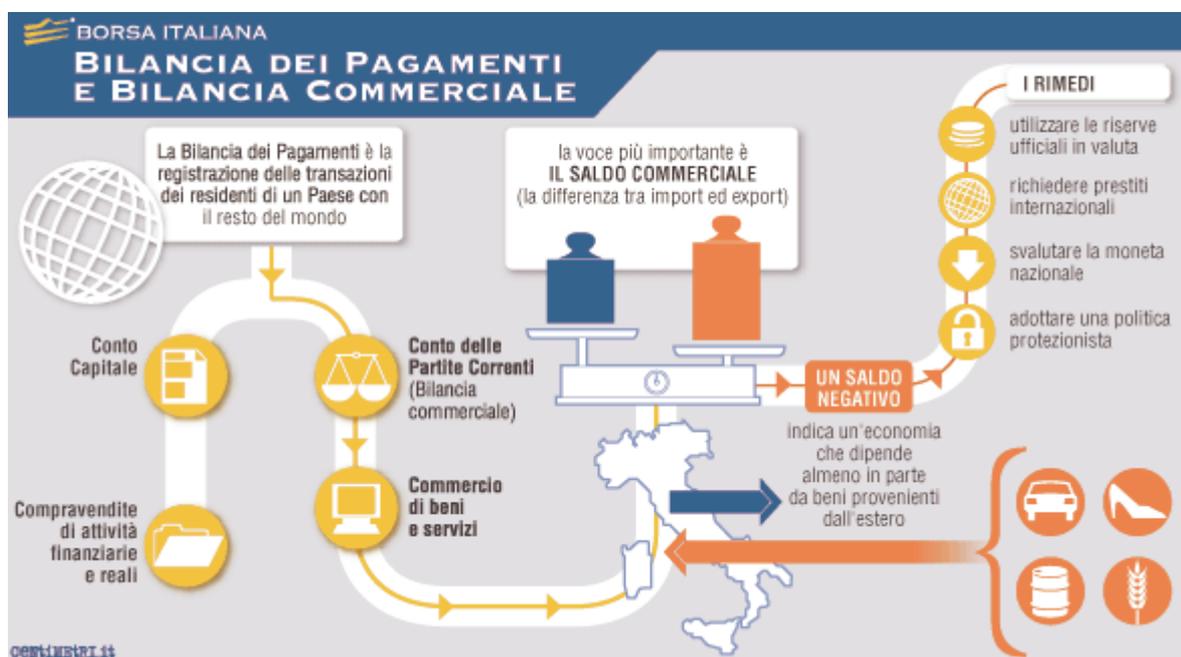


Figura 1.14– Rappresentazione grafica della Bilancia dei Pagamenti e Commerciale (da Borsa Italiana)

In particolare risulta interessante osservare la situazione della Bilancia Commerciale italiana negli ultimi anni.

Le voci di gran lunga più consistenti, in termini di saldo, sono sostanzialmente due: importazione di petrolio e gas, ed esportazione di prodotti manifatturieri: il saldo di queste due sole voci rappresenta praticamente il saldo dell'intera bilancia commerciale italiana.

Si osserva che il saldo negli ultimi anni risulta essere negativo, trainato al ribasso dalle importazioni di idrocarburi dall'estero, che, con i prezzi del petrolio degli ultimi anni, non riescono ad essere coperte dai prodotti di attività manifatturiere.

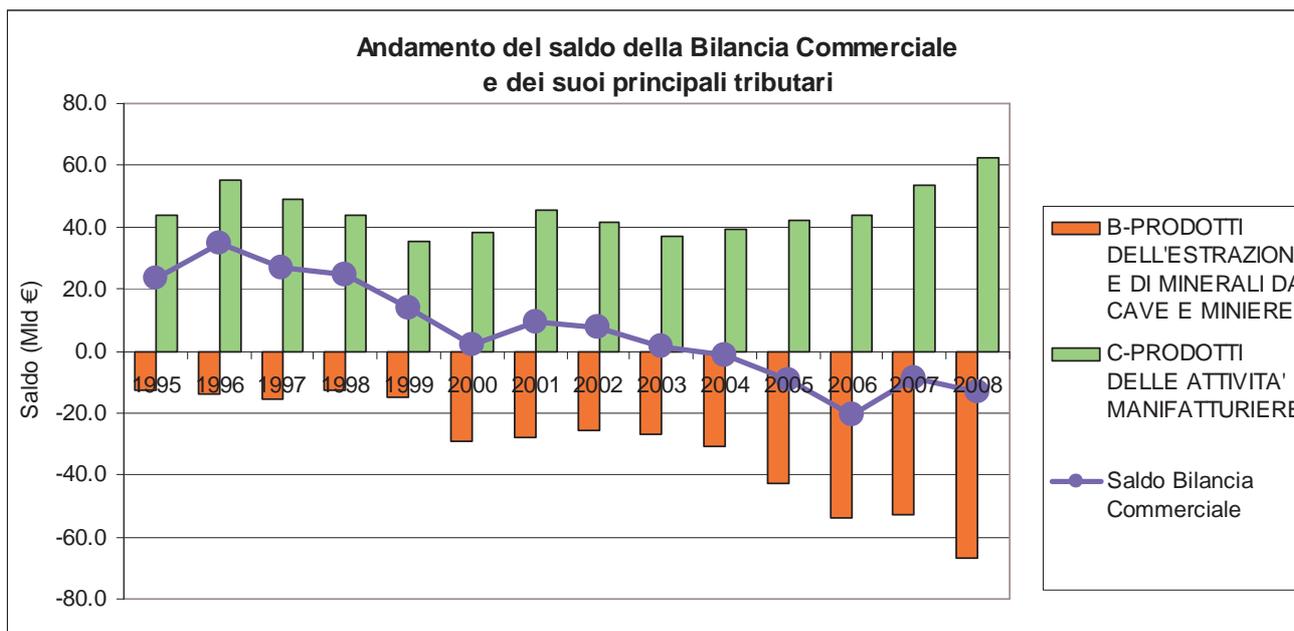


Figura 1.15– Andamento del saldo della Bilancia Commerciale dal 1995 al 2008 (elab. di dati Istat)

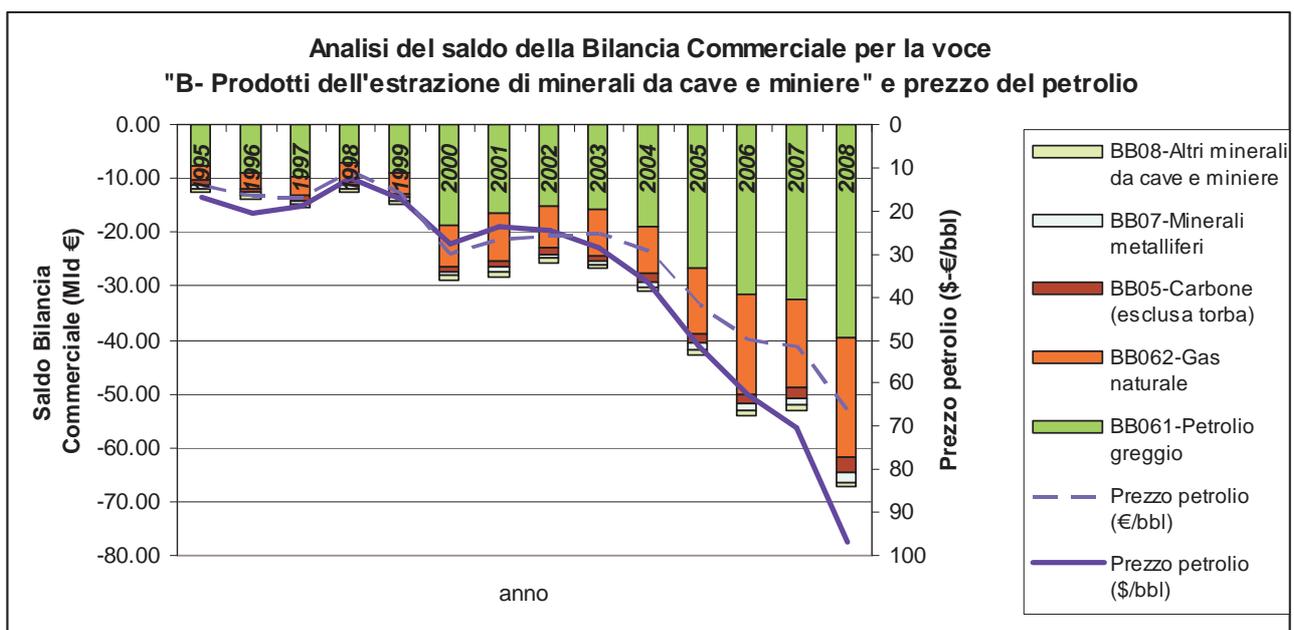


Figura 1.16– Dettaglio del saldo dal 1995 al 2008 per gli idrocarburi (elab. di dati Istat)

E' molto interessante valutare come le produzioni di idrocarburi nazionali incidano positivamente sul saldo della bilancia commerciale. Nel 2008 i giacimenti nazionali hanno prodotto circa 9.07 miliardi di Smc di gas naturale, e circa 5.2 milioni di tonnellate di petrolio. Il valore di questa produzione, ai prezzi medi registrati nel corso del 2008, ammonta a 5.79 miliardi di euro.

Se la produzione del 2008 fosse stata acquistata all'estero, il saldo della bilancia commerciale sarebbe passato da -13.0 Mld€ a -18.8 Mld€, con un incremento (in negativo) di circa il 44%.

Inoltre è possibile stimare le entrate nell'erario dello Stato in seguito alla tassazione sulla vendita degli idrocarburi di produzione nazionale: assumendo spese per circa il 20% del fatturato e una tassazione media pari a 33%, il gettito fiscale, per il 2008, può essere stimato in circa 1.5 Mld€, circa il 3% del fabbisogno dello Stato Italiano.

1.7. Soggetto proponente

La Northern Petroleum (UK) Limited è una società di ricerca petrolifera di diritto inglese, interamente detenuta dalla Northern Petroleum Plc., quotata al mercato AIM di Londra, attiva in Inghilterra e Olanda e Italia.

sede principale: Martin House, 5 Martin Lane, EC4 R0DP, Londra, UK

sede secondaria: Viale di Trastevere 249, 00153 Roma

C.F. 97203520586 - *P.IVA* 09093761005 - *REA* 1141434

tel./fax. 06.58.17.526 – *email:* mp@northpet.com – *internet:* www.northpet.com

La Northern Petroleum (UK) Limited è già titolare di permessi di ricerca in Italia in terraferma (LONGASTRINO, SAVIO, LA SACCA, PUNTA MARINA) e in mare (C.R146.NP, C.R147.NP, F.R39.NP, F.R40.NP, G.R17.NP, G.R18.NP, G.R19.NP, G.R20.NP, G.R21.NP, G.R22.NP), ed ha presentato al Ministero dello Sviluppo Economico istanze per permessi di ricerca in terra (CASCINA ALBERTO) e in mare (d 21 G.R-.NP, d 25 G.R-.NP, d 26 G.R-.NP, d 29 G.R-.NP, d 30 G.R-.NP, d 59 F.R-.NP, d 60 F.R-.NP, d 61 F.R-.NP, d 63 F.R-.NP, d 64 F.R-.NP, d 65 F.R-.NP, d 66 F.R-.NP, d 71 F.R-.NP, d 72 F.R-.NP, d 75 F.R-.NP, d 77 F.R-.NP, d 149 D.R-.NP, d 347 C.R-.NP, d 351 C.R-.NP, d 358 C.R-.EL, d 362 C.R-.NP).

2. Quadro Progettuale

2.1. *Istanza di ricerca – Ubicazione e generalità*

L'istanza di ricerca è ubicata nel Mare Adriatico Meridionale, nella Zona “F”. La distanza dalla costa pugliese varia da un minimo di 22.4km (circa 12.1 miglia marine) fino ad un massimo di 55.6km (circa 30 miglia marine). 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 kmq, in acque profonde tra 390m e 1080m.

La cartografia ufficiale di riferimento è il Foglio n.921 della Carta Nautica delle coste d'Italia alla scala 1:250.000 dell'I.I.M.

2.2. *Programma dei Lavori.*

Il Programma Lavori collegato all'istanza di Permesso di Ricerca si articola in due distinte fasi:

- **Prima Fase:** esecuzione studio geologico regionale, rielaborazione e interpretazione di 150km di dati sismici esistenti e successiva acquisizione di 300km di nuovi dati sismici 2D;
- **Seconda Fase:** una volta completata la prima fase, nel caso si evidenzi una struttura di interesse minerario, sarà eseguito un pozzo esplorativo ad una profondità stimata di circa 4000m.

Al momento attuale è possibile definire con sufficiente approssimazione solamente l'ubicazione della nuova campagna di acquisizione sismica, mentre non è possibile definire con esattezza l'ubicazione del futuro pozzo esplorativo, dal momento che mancano tutti i dati necessari allo scopo e che verranno acquisiti nel corso della vigenza del Permesso di Ricerca.

Pertanto il presente Studio di Impatto Ambientale si riferisce solamente alla Prima Fase del Programma Lavori, rimandando la Seconda Fase ad una specifica futura procedura di Valutazione di Impatto Ambientale nel momento in cui sarà possibile definire l'ubicazione e le caratteristiche del pozzo esplorativo.

2.2.1. Ubicazione linee sismiche

Secondo il Programma Lavori associato all'istanza di permesso di ricerca, verranno registrate 300km di nuove linee sismiche: la disposizione di tali linee è stata sviluppata (Figura 2.1) in modo da

coprire tutta l'area del permesso, e infittire il reticolo sismico già esistente, registrato negli anni passati da altre compagnie.

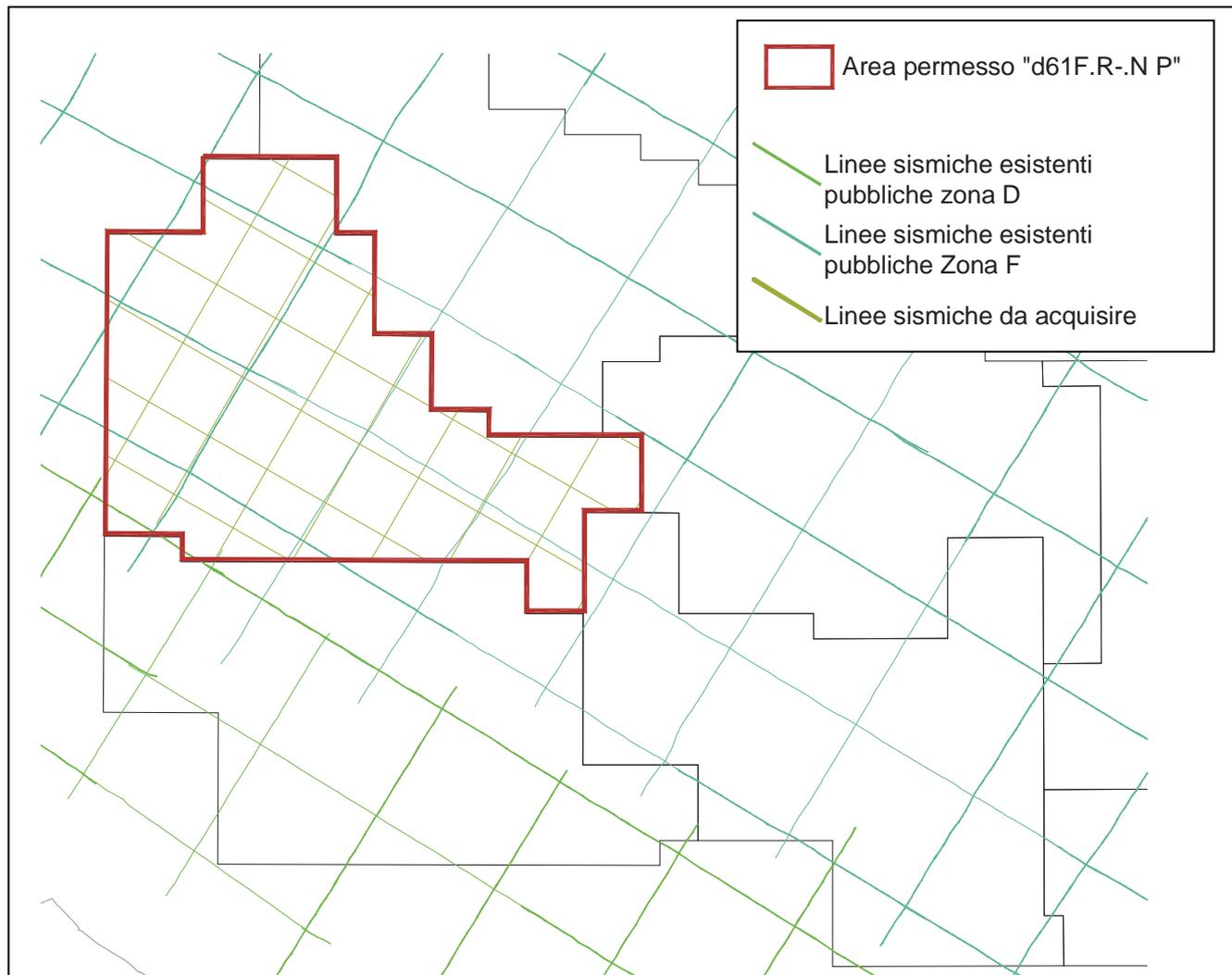


Figura 2.1 - Ubicazione previsionale delle nuove linee sismiche

2.2.2. Tempi di esecuzione

I tempi di realizzazione saranno molto brevi, circa 7 giorni di operazioni in mare con condizioni meteorologiche favorevoli.

2.3. Progetto unitario di rilevamento sismico

La campagna di rilevamento sismico oggetto del presente studio fa parte di una più ampia campagna che investe una vasta area dell'Adriatico Meridionale.

La Northern Petroleum, oltre ad essere già titolare di due permessi di ricerca, denominati F.R39.NP e F.R40.NP, ha presentato istanze per il conferimento di ulteriori sette permessi di ricerca: le istanze sono denominate convenzionalmente d149 D.R-.NP, d60 F.R-.NP, d61 F.R-.NP, d65 F.R-.NP, d66 F.R-.NP, d71 F.R-.NP, d72 F.R-.NP, come risulta dalla Figura 2.2.

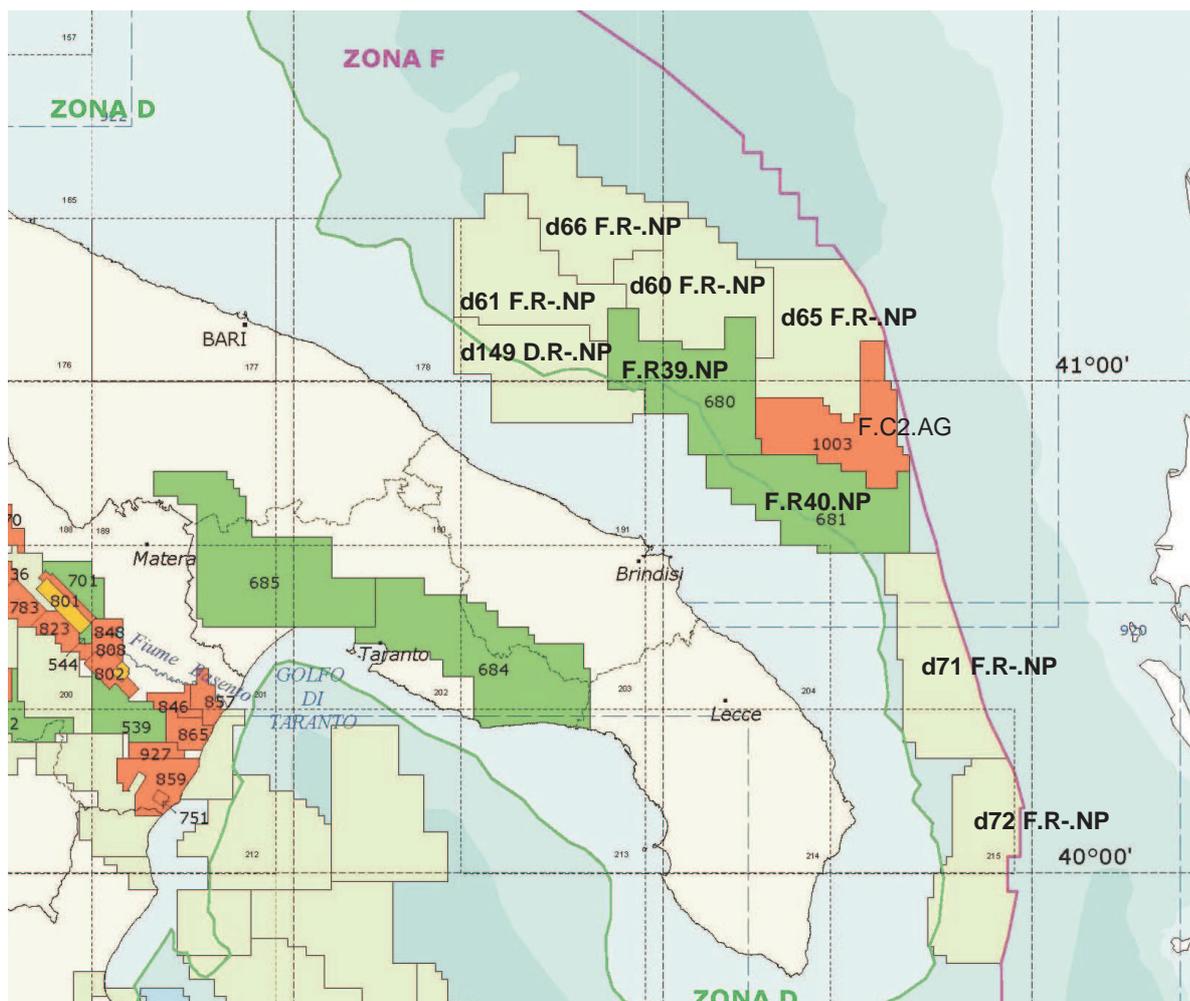


Figura 2.2–Ubicazione dei permessi di ricerca e delle istanze di permesso della Northern Petroleum (in neretto) nell’Adriatico Meridionale

Le nove aree (due permessi di ricerca e sette istanze di permesso) coprono una superficie complessiva di circa 6.600 kmq.

La vigente normativa mineraria impone che l’area di ogni singolo permesso di ricerca debba essere non superiore di 750 kmq, e che una singola società possa essere titolare di più permessi di ricerca in mare senza eccedere l’area complessiva di 10.000 kmq. Le nove aree sono state quindi individuate nel rispetto della normativa mineraria.

La normativa prevede inoltre che per ogni singola istanza venga attivata una procedura di valutazione di impatto ambientale, una volta trascorso il periodo di in cui è possibile presentare altre istanze in concorrenza, ovvero una volta che il CIRM, organo tecnico del Ministero dello Sviluppo Economico, abbia risolto la concorrenza a favore di uno degli istanti.

Sarà quindi attivata una specifica procedura di VIA per ogni singola istanza di permesso.

La campagna complessiva di rilevamento che si intende svolgere all’interno delle nove aree consiste in una acquisizione di nuovi dati sismici 2D. Lo sviluppo complessivo delle linee sismiche ammonta a circa 4.300 km.

In Figura 2.3 viene riportata l’ubicazione delle linee sismiche.

La realizzazione della campagna complessiva durerà circa 50 giorni con condizioni meteorologiche favorevoli.

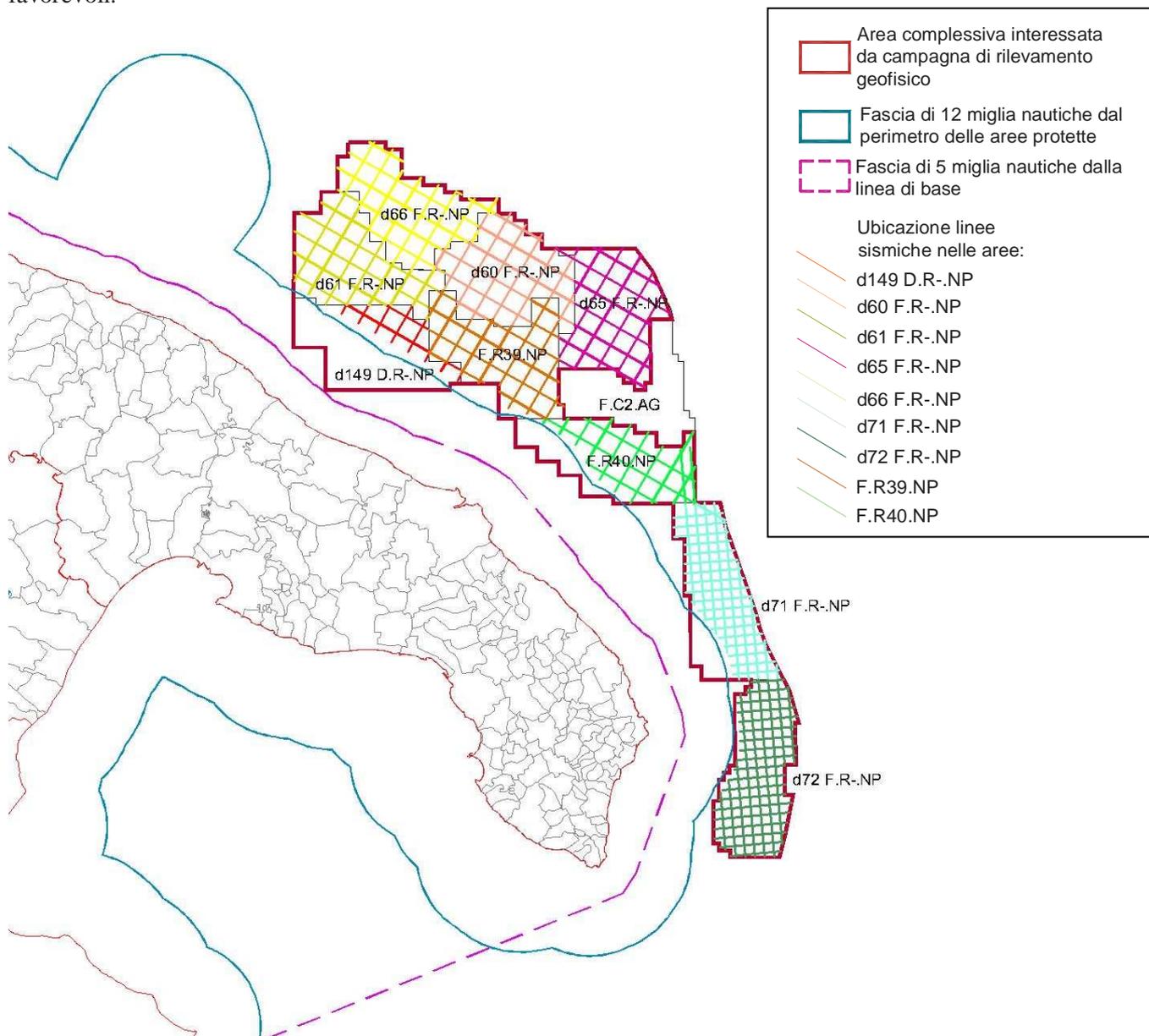


Figura 2.3–Ubicazione delle linee sismiche all’interno dell’area complessiva

2.4. I suoni nell'ambiente sottomarino

Il suono nell'ambiente sottomarino si comporta in maniera molto simile al suono nell'aria.

Nel mezzo acqua si ha una migliore propagazione del suono, e una minore attenuazione rispetto al mezzo aria. Il suono si propaga nell'acqua con una velocità di circa 1500 m/s, contro circa 340 m/s nell'aria.

Ci sono molteplici sorgenti acustiche in acqua, ad esempio le imbarcazioni, le onde che si infrangono, gli animali, le attività di costruzione sottomarine, i campi eolici, il vento, la pioggia e i fulmini, varie attività antropiche (sonar, prospezioni geofisiche,...).

Il suono è la sensazione che scaturisce dalla variazione della pressione in un mezzo (aria, acqua...), determinata da una perturbazione che si propaga sotto forma di onda elastica.

Nel caso dell'udito umano, la variazione di pressione percettibile dall'orecchio, misurabile in Pa, ha una gamma di valori estremamente vasta, andando dalla soglia minima di 20 μ Pa, fino a valori dell'ordine di 10^5 Pa, con un rapporto quindi di circa 5.000.0000.000 di volte.

Per consentire una agevole misurazione della pressione, si è scelto di utilizzare una scala logaritmica anziché misurare la pressione in sé: si usa quindi rappresentare la pressione acustica tramite il logaritmo del rapporto della pressione da misurare rispetto ad una pressione di riferimento; tale valore viene chiamato decibel (dB), che quindi deve essere considerato non come un valore assoluto, ma come una “distanza” rispetto ad un valore di riferimento scelto a priori.

La scala logaritmica si comporta in maniera differente rispetto alla consueta scala lineare. Nel nostro caso, se la pressione aumenta del 100% (quindi la pressione raddoppia), il suo livello aumenterà di circa 3dB, se decuplica, il suo livello aumenterà di 10dB.

Un aspetto molto importante da tenere in considerazione è che il livello espresso in dB è una misura relativa, fa sempre riferimento ad un valore di riferimento: si comporta insomma come una percentuale, in cui bisogna sempre chiarire a cosa la percentuale fa riferimento.

Questo aspetto spesso genera confusione e ambiguità, specie quando si confrontano livelli in dB che si riferiscono però a valori di riferimento differenti. Ad esempio, il valore di riferimento che solitamente viene utilizzato per la misurazione del suono in aria è 20 μ Pa, che rappresenta la soglia inferiore di udibilità dell'orecchio umano. Nel caso invece del suono sottomarino, il valore di riferimento è 1 μ Pa: per cui, a parità di pressione acustica, avremo che il livello misurato con la convenzione sottomarina sarà più alto di circa 61.5 dB del livello misurato con la convenzione superficiale.

Quindi, nell'impiego della scala logaritmica per esprimere il livello in dB, è necessario specificare sempre il valore di riferimento: nel caso dei suoni sottomarini, ad esempio, il livello acustico sarà espresso in “dB re 1 μ Pa”.

Il livello acustico (SPL, sound pressure level) è definito con la seguente relazione:

$$SPL = 10 \log_{10} (p_{rms}^2/p_{ref}^2) \text{ dB re } 1\mu\text{Pa},$$

ovvero anche in forma semplificata:

$$SPL = 20 \log_{10} (p_{rms}/p_{ref}) \text{ dB re } 1\mu\text{Pa}$$

in cui p_{rms} è la radice della media dei quadrati (root mean square) della pressione acustica, e p_{ref} è il valore di pressione di riferimento.

Nel caso di suoni generati in maniera puntuale, che si propagano quindi in maniera pressoché sferica, è utile avere un valore di pressione acustica caratteristico, riferito ad una distanza convenzionale e che quindi non tenga conto del decadimento che si ha allontana dosi dalla sorgente.

Tale valore viene chiamato livello sorgente, (SL, Source Level), ed è il livello acustico riportato convenzionalmente alla distanza di 1m dalla sorgente. Il suo valore viene espresso nella medesima scala logaritmica, con in più l'indicazione metrica: “dB re 1 μ Pa m”.

Per avere una idea dei livelli acustici riscontrabili in mare, si prenda ad esempio il caso del rumore generato dal vento: quando la velocità del vento è di 10 m/s, corrispondente ad uno stato del mare 4/5, e sulla scala Beaufort a 5, il livello acustico (SPL) è circa 100 dB re 1 μ Pa per frequenze maggiori di 1 kKz, ed è un valore perlopiù indipendente dalla localizzazione o dalla profondità. Un altro esempio è livello acustico generato tipicamente dai clicks dei delfini: il valore di SPL è 180 db re 1 μ Pa per click di durata di 25 μ s, ad una distanza di 30m dal delfino. E' importante notare che una differenza di 80 dB corrisponde a un aumento di 10^8 , pari a 100 milioni di volte, un numero veramente alto. E' pur vero che i clicks hanno durata molto breve, mentre il vento è continuo, e che le frequenze in sono differenti, ma è comunque molto interessante realizzare che i delfini possono emettere suoni molto intensi.

E' anche interessante il caso del *pistol shrimp* (lett. gambero pistola, *alpheidae*), che per cacciare le sue prede emette un suono a breve distanza da queste di intensità fino a 218 dB 1 μ Pa, 38 dB in più dei clicks dei delfini (quindi circa 10.000 volte più intenso).

I fulmini, invece, si è stimato che possano avere un livello di sorgente acustica SL pari a 260.5 dB re 1 μ Pa m, estremamente alto (Hill, 1985).

Come accennato, le sorgenti di rumore in mare possono essere classificate in sorgenti naturali e sorgenti di origine antropica, queste ultime differenziabili in sorgenti intenzionali ed non intenzionali. Un prospetto riaassuntivo è riportato in Tabella 2.1.

Sorgenti naturali di rumore	Sorgenti antropiche di rumore	
	Intenzionali	Non intenzionali
<ul style="list-style-type: none"> • Vento • Pioggia • Altre precipitazioni oltre a pioggia • Fulmini • Mmmiferi marini • Pesci • Crostacei • Altro da pesci, mammiferi e crostacei • Onde che si infrangono • Interazione onde-onde • Flusso • Sabbia/detriti • Agitazione termica 	<ul style="list-style-type: none"> • Echo sounder • Sonar per individuazione banchi di pesci • Sub-bottom profiler • Sonar militari • Esplorazione sismica • Sonar per evitare ostacoli • Sidescan sonar • Strumentazione contro le mine • Multibeam echo sounder • Doppler current profiler • Research sonar • Comunicazioni acustiche • Acoustic transponders • Deterrenti acustici 	<ul style="list-style-type: none"> • Navigazione: mercantili, traghetti, navi cisterna (tanker e supertanker), imbarcazioni da diporto • Pescherecci • Dragaggio, stesa cavi o condotte • Esplosivi: bonifica mine/bombe • Industria offshore <ul style="list-style-type: none"> ○ Costruzione piattaforme ○ Operazioni da piattaforma (es. turbine eoliche) ○ Manutenzione Piattforme ○ Piattaforme per idrocarburi ○ Rumore delle condutture • Rumore portuale • Collaudi su navi

Tabella 2.1 – Sorgenti di rumore nell’ambiente sottomarino

Tra le sorgenti antropiche è importante porre l’attenzione sulle attività che con più frequenza vengono svolte nei nostri mari: navigazione, pesca, attività portuali, esercitazioni militari. L’esplorazione sismica, invece, è una attività che viene svolta con frequenza molto bassa.

Il centro di ricerca statunitense US Naval Undersea Centre, nell’ambito del progetto RANDI (Research Ambient Noise Directionality), ha studiato il rumore generato dalle imbarcazioni in genere, suddivise in cinque classi, e per ognuna ha individuato un andamento medio del livello acustico nelle varie bande di frequenza. Il rumore della navigazione è generato principalmente dai motori, dalla cavitazione che si ingenera nei pressi delle eliche in rotazione, dall’acqua che viene rotta dallo scafo, dalle lavorazioni eventualmente presenti a bordo.

Tipo di imbarcazione	Lunghezza (m)	Velocità (m/s)	Source Level (dB re 1 μ Pa m)					
			tutta la banda	10 Hz	25 Hz	50 Hz	100 Hz	300 Hz
Supertanker	244 - 366	7.7 - 11.3	205	185	189	185	175	157
Large tanker	153 - 214	7.7 - 9.3	195	175	179	176	166	149
Tanker	122 - 153	6.2 - 8.2	188	167	171	169	159	143
Mercantile	84 - 122	5.1 - 7.7	182	161	165	163	154	137
Peschereccio	15 - 46	3.6 - 5.1	160	139	143	141	132	117

Tabella 2.2– Livelli sorgente per diverse classi di imbarcazioni, secondo il modello RANDI

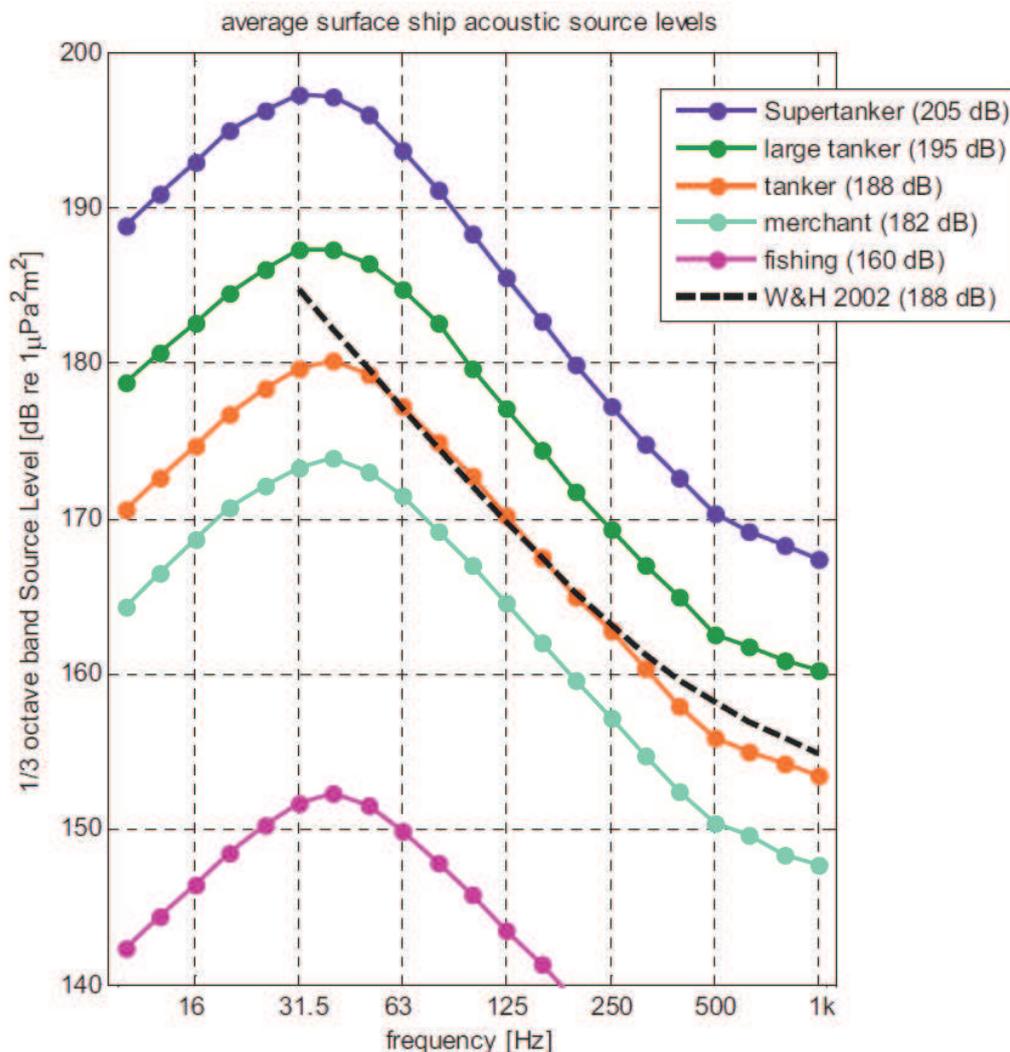


Figura 2.1 – Andamento per terzi d’ottava del livello sorgente per diverse imbarcazioni. Tra parentesi è indicato il livello sorgente complessivo, considerando tutte le bande di frequenza), modello RANDI

In particolare, riguardo al rumore prodotto dalle imbarcazioni dedite all’attività di pesca, sono state condotte intense campagne di misurazione nel Glacier Bay National Park (Kipple & Gabriele, 2003, 2004), in cui si ha evidenza che il livello di sorgente acustica dei pescherecci variava tra 153 a 181 dB re $1\mu\text{Pa m}$, con un leggera tendenza a riscontrare livelli maggiori in imbarcazioni di dimensioni maggiori.

In ambito militare è frequente l’impiego di sonar per lo scandagliamento dello spazio acqueo. Facendo riferimento ai dati pubblicati sul sonar DE1167 (Jane’s UW Warfare System, 2005-2006), simile a quelli in uso nei consueti mezzi navali militari, risulta che il livello acustico è di 227 dB re $1\mu\text{Pa m}$, con durata di ogni singolo treno di impulsi fino a 200 ms.

2.5. Introduzione alle tecniche e alle tecnologie di ricerca di idrocarburi

Quella degli idrocarburi, siano essi liquidi o gassosi, è una ricerca molto complessa e articolata, che si sviluppa attraverso la capacità di interpretare i segni che la stessa natura mostra.

I metodi oggi disponibili sono molto più sofisticati rispetto a quelli impiegati in passato, e sono capaci di dare risalto e significato a grandezze e osservazioni un tempo trascurate. Le tecniche oggi impiegate perseguono quindi due scopi parimenti importanti: minimizzare il margine di incertezza nelle previsioni, massimizzare il rispetto dei sempre più importanti parametri ambientali, in una ottica di sviluppo sostenibile.

Per quanto sviluppati, i metodi di ricerca non riescono comunque a fornire un quadro sufficientemente dettagliato delle strutture geologiche e delle loro caratteristiche produttive: è indispensabile, al fine di trovare conferma delle elaborazioni effettuate e al fine di valutare correttamente e potenzialità del sito individuato, effettuare un pozzo esplorativo.

Di seguito si passano sinteticamente in rassegna le tecniche disponibili nell' ambito della prospezione geofisica, per focalizzare l'attenzione su quella che sarà impiegata durante la campagna di acquisizione oggetto del presente studio. Di seguito si farà qualche accenno ai pozzi esplorativi.

I **metodi geofisici** sono metodi di prospezione basati sull'applicazione di principi fisici allo studio della geologia del sottosuolo. Le diverse tecniche possono essere classificate in due gruppi:

- *metodi basati sull'osservazione e misura di fenomeni naturali*

- rilievi gravimetrici

questi rilievi vengono effettuati mediante gravimetri, strumenti in grado di misurare variazione dell'intensità del campo gravitazionale terrestre con altissima precisione; nel sotto suolo infatti rocce diverse hanno densità diverse ed esercitano quindi variazione di forze gravitazionali apprezzabili.

- rilievi magnetometrici

questi rilievi vengono effettuati mediante magnetometri, strumenti in grado la diversa suscettività magnetica delle rocce. Tali rilievi vengono eseguiti da voli a 500- 1500m slm in modo da non risentire dal magnetismo antropico, e sono utili per isolare a scala regionale il basamento cristallino che fa da contenitore al bacino sedimentario, normalmente non magnetico

- telerilevamento

attraverso l'elaborazione di immagini (fotografiche, da rilevatori a raggi infrarossi, da ricevitori di micro-onde e da sistemi radar) rilevate dai satelliti orbitanti o da aerei è possibile stabilire le distribuzioni areali e le

caratteristiche dei principali sistemi strutturali costituenti la zona di studio. In mare è possibile ad esempio studiare manifestazioni spontanee di idrocarburi

- sismica passiva

questa metodologia di ricerca si basa sulla misura di rifrazione di onde elastiche nel sotto suolo generate da fenomeni sismici naturali (microsisimi, terremoti), non indotti appositamente dall'uomo. Una branca della sismica passiva è il metodo geobit, nel quale si utilizza come sorgente energizzante lo scalpello utilizzato per realizzare una qualsiasi e indipendente perforazione.

- *metodi basati su fenomeni indotti*

- metodi sismici

questi metodi sono di gran lunga i più impiegati nel campo della prospezione geofisica finalizzata alla ricerca di idrocarburi, in quanto affidabili ed in grado di determinare l'andamento strutturale e stratigrafico di un'intera serie sedimentaria anche oltre i 10.000m di profondità. Si basano sui fenomeni di riflessione e rifrazione delle onde elastiche generate da una sorgente artificiale, la cui velocità di propagazione dipende dal tipo di roccia, ed è variabile tra 1.500 m/s e 7.000 m/s. I fenomeni sismici seguono le leggi della fisica della propagazione dei segnali e sono paragonabili, entro certi limiti, ai fenomeni ottici.

Una sorgente artificiale dà luogo ad un' onda d'urto che si propaga nel sottosuolo; quando incontra una superficie di discontinuità, ossia di separazione tra due strati elasticamente diversi, cioè a diversa impedenza acustica, l'onda, a seconda dell'angolo di incidenza con tale superficie, può riflettersi totalmente verso l'alto o può in parte penetrare nel mezzo sottostante, rifrangendosi, e in parte riflettersi verso l'alto. A seconda di quale tipo di onde si voglia analizzare si avranno metodi di sismica a riflessione o a rifrazione, che differiscono nella diversa disposizione dei ricettori superficiale in relazione alla sorgente sismica.

Il metodo a riflessione è quello oggi impiegato nella gran parte dei rilievi sismici, in quanto in grado di fornire informazioni più dettagliate grazie agli enormi progressi delle tecnologie informatiche.

Esistono molte tipologie di sorgenti artificiali, legate all'ubicazione dell'indagine (terraferma o mare), alla situazione ambientale circostante, agli obiettivi della ricerca, alla logistica.

- Sulla *terraferma* la scelta della sorgente sismica deve tener conto della vicinanza di fabbricati o attività umane suscettibili alle vibrazioni, alla morfologia del territorio, alle difficoltà amministrative nell'uso di esplosivi, alla capacità di elaborazione dei dati.

Le sorgenti artificiali più impiegate sono:

- sorgenti impulsive ad elevata energia: esplosivo
 - sorgenti a limitata energia, distribuita nello spazio: massa battente
 - sorgenti a limitata energia, distribuita nello spazio e nel tempo: vibratore
- In *mare aperto* la scelta della sorgente sismica deve tener conto che le onde elastiche, prima di penetrare nel terreno, attraversano uno strato d'acqua in cui è presente una ricca fauna ittica.

La sorgente usata nelle prime esplorazioni sismiche in mare aperto, al largo della California (1948), consisteva in una unica carica di dinamite del peso di circa 30kg, fatta esplodere a modesta profondità: l'onda d'urto prodotta presentava un fronte d'onda molto ripido e successivamente una depressione, che erano letali per la maggior parte dei pesci, particolarmente quelli dotati di vescica natatoria.

Il problema della salvaguardia ambientale dovuto agli effetti dannosi della dinamite sul patrimonio ittico è stato la ragione principale per l'utilizzazione di sorgenti a debole energia. I dispositivi utilizzati negli ultimi anni danno luogo infatti ad impulsi di pressione piuttosto limitati, pur fornendo una quantità di energia sufficiente. Tali dispositivi applicano generalmente il loro effetto entro una camera di esplosione o combustione o compressione; la quantità di energia fornita è limitata dalle dimensioni meccaniche delle apparecchiature utilizzate.

Si hanno differenti sorgenti:

- A vapore: steam-gun, vaporchoc
del vapore surriscaldato viene inviato dalla nave all'unità sommersa dotata di una valvola: la bolla raffreddandosi implode e genera segnale acustico evitando l'effetto bolla secondaria in quanto non si producono gas di scarico.
- Ad acqua: water-gun
un cannone ad aria compressa effettua l'espulsione ad alta velocità di un getto d'acqua, che per inerzia crea una cavità che implode e genera un segnale acustico

- A miscela esplosiva: sleeve exploder, aquapulse
all'interno di un manicotto di gomma viene fatta esplodere una miscela di ossigeno e propano; l'impiego di questa tecnica è ormai quasi azzerata, a causa della limitata possibilità di trasporto dei gas in nave e della pericolosità del processo di caricamento delle bombole
- Ad esplosivi: maxipulse, flexotir
piccole cariche esplosive vengono fatte esplodere all'interno di una sfera cava e forellata, provocando uno spostamento d'acqua e quindi un segnale sferico
- A dischi vibranti: marine vibroseis
dei vibratorii immettono energia mediante dischi metallici vibranti azionati secondo una forma d'onda prefissata, senza dar luogo all'effetto bolla; il sistema è molto complesso e non ha avuto grande sviluppo
- Elettriche: sparker, boomer
un piatto metallico con un avvolgimento in rame viene fatto allontanare bruscamente da una piastra a seguito di un impulso elettrico, l'acqua che irrompe genera un segnale acustico ad alta frequenza con scarsa penetrazione, adatto per rilievi ad alte definizioni
- Ad aria compressa: air-gun (di gran lunga la più impiegata)
questa sorgente di energia viene utilizzata in quasi tutti i rilievi sismici marini, in quanto la quasi totalità della sua energia è compresa nella banda delle frequenze sismiche, per la sua affidabilità e versatilità nella scelta del segnale generato e per l'assoluta sicurezza, non essendo utilizzate miscele esplosive. Il suo funzionamento verrà descritto di seguito.

I **pozzi esplorativi**, invece, sono veri e propri pozzi finalizzati alla verifica della ricostruzione geologica effettuata a valle della elaborazione dei dati geofisici, e all'accertamento dell'eventuale presenza di idrocarburi. Durante la perforazione vengono registrati tutti i parametri operativi (composizione della batteria di perforazione, velocità di rotazione, avanzamento, carico sull'utensile, posizione e direzione della perforazione, ...) e parametri di carattere geologico e minerario (quantità e composizione di eventuali gas disciolti nei fanghi, detriti di perforazione, potenziale spontaneo e radioattività naturale delle formazioni attraversate, ...), nonché si prelevano campioni dal fondo o dalle pareti e possono essere eseguite piccole test dei livelli incontrati, per registrare pressioni,

tipologia di mineralizzazione (acqua salata/dolce, olio, gas) e portate.. A pozzo terminato vengono eseguite delle prove di produzione, per studiare la capacità dell'eventuale giacimento individuato, la facilità d'estrazione, la qualità del prodotto rinvenuto, per stimare le eventuali riserve recuperabili nei vari livelli incontrati.

2.6. Descrizione del sistema di rilevamento geofisico di progetto

Il sistema di rilevamento geofisico che verrà impiegato nella campagna oggetto del presente permesso di ricerca è con sorgente del tipo **Air-gun**.

Tale sistema, come accennato in precedenza, consente di immettere energia a bassa intensità, nel maggiore rispetto del contesto ambientale possibile.

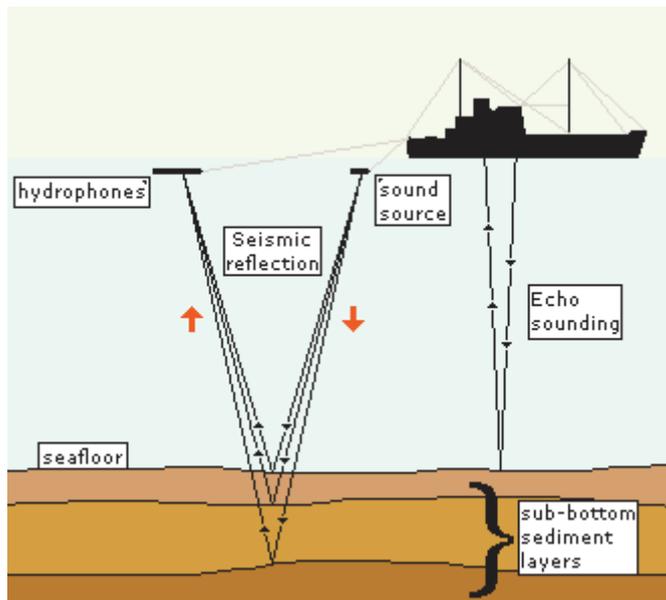


Figura 2.5 - Schema di prospezione geofisica con Air-gun

Le componenti principali che compongono il sistema di rilevamento geofisico sono:

- la nave, dotata di tutte le apparecchiature necessarie
- il sistema di rilevamento, caratterizzato dagli idrofoni opportunamente disposti
- il sistema di energizzazione, caratterizzato da un insieme di dispositivi air-gun

2.6.1. Tipologia delle navi utilizzate

Le navi impiegate per l'acquisizione sismica sono di vario genere a seconda del contesto marino in cui si deve muovere.

La nave ospita al suo interno tutte le apparecchiature necessarie per effettuare il rilievo:

- le grandi bobine in cui è raccolto il cavo con gli idrofoni,
- tutti gli impianti necessari per la generazione dell'impulso elastico in mare (compressori e linee di distribuzione),
- la strumentazione per la registrazione degli idrofoni,
- le apparecchiature per una prima elaborazione,
- gli strumenti di posizionamento per la registrazione in continuo della posizione della nave stessa nonché degli idrofoni dispiegati.

Nel caso del presente permesso di ricerca, sarà impiegata una nave per rilievi in acque profonde (*deep water*) con le seguenti caratteristiche indicative (Figura 2.3):

- lunghezza: 70-90m
- larghezza: 12-15m
- pescaggio: 4-6m
- stazza lorda: 2000-3000 GRT
- velocità: 5-7 nodi



Figura 2.5 - Nave per acquisizione sismica

2.6.2. Tipologia delle attrezzature di rilevamento;

L'attrezzatura di rilevamento è costituita da vari elementi differenti:

- Cavo sismico (streamer)

E' un cavo galleggiante che ha la funzione di permettere il traino degli idrofoni opportunamente distanziati e di trasmettere i segnali rilevati alle apparecchiature di registrazione. I cavi impiegati per le prospezioni analoghe a quelle oggetto del presente rapporto sono di lunghezza pari a circa 6.000m, costituiti da circa 48 "sezioni attive", tante quante sono i canali di registrazione e che rappresentano ognuna un gruppo (array) di idrofoni: ogni sezione attiva contiene un numero variabile di idrofoni, da 20 a 100, per uno sviluppo da 25m a 100m, e sono mutuamente separate da "sezioni inerti".

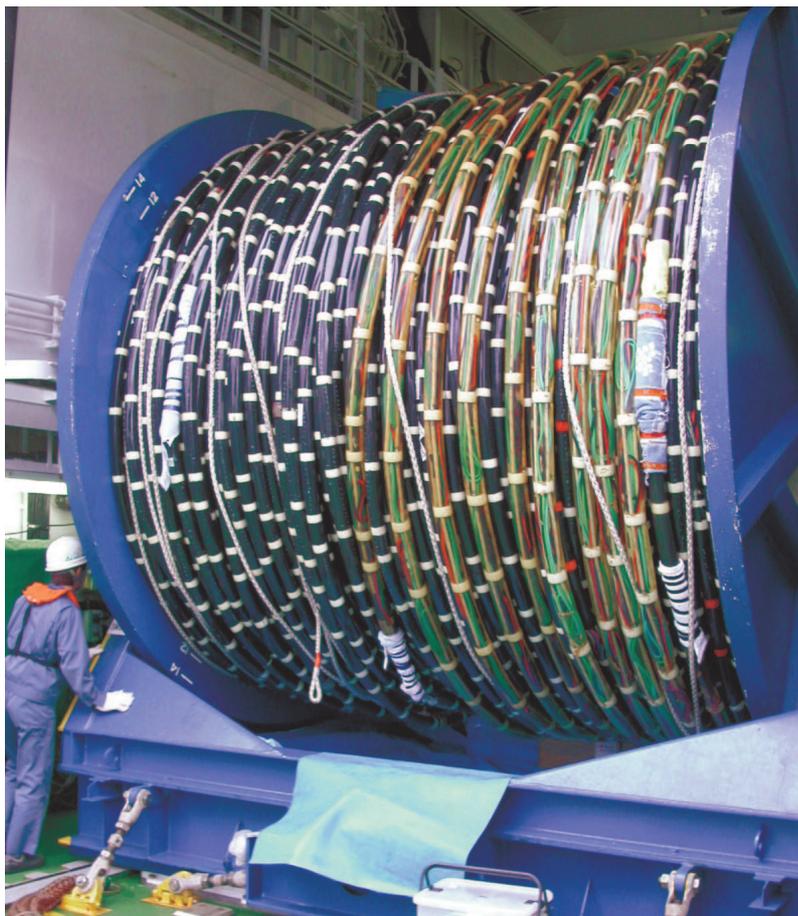


Figura 2.6- Cavo per acquisizione sismica



Figura 2.7 - Boa di coda

Il cavo è costituito da un tubo in neoprene trasparente del diametro di 6-8cm, riempito d'olio (di densità pari a circa 760 g/dm³), attraversato da funi di acciaio,

con i relativi distanziatori, che trasmettono le forze di traino della nave; nel tubo corrono anche i fili elettrici necessari per il trasferimento dei dati rilevati.

Il cavo è a galleggiamento quasi neutro, e viene tenuto alla profondità prestabilita (5-10m) mediante una decina di dispositivi di profondità sensibili alla pressione idrostatica ed installati lungo il cavo.

Lungo il cavo sono disposte delle bussole magnetiche che forniscono l'orientamento del cavo, mentre all'estremità finale è installata una boa di coda (Figura 2.5) sulla quale è montato un riflettore radar: in questo modo è possibile conoscere in ogni momento la posizione del cavo rispetto alla quella della nave, e associare queste informazioni spaziali per la restituzione della traccia sismica.

- **Idrofoni**

L'idrofono è un trasduttore sensibile alle variazioni di pressione del mezzo fluido nel quale è immerso. L'elemento sensibile è solitamente un materiale ceramico piezoelettrico che ha la proprietà di dar luogo ad un segnale proporzionale alla sollecitazione provocata su di esso dalla variazione istantanea dell' acqua. In genere i sensori hanno forma cilindrica di dimensioni pari a circa 2cm di lunghezza e 4mm di diametro.

La risposta è estremamente lineare, non produce distorsioni armoniche apprezzabili ed ha una frequenza propria molto alta (30.000 Hz). Ogni idrofono è formato da due sensori montati in senso opposto, allo scopo di sommare gli effetti degli impulsi di pressione prodotti nell' acqua prodotti dalla sorgente energizzante, e nel contempo di annullare le accelerazioni di traslazione dovute al traino del cavo sismico.

- **Barca di segnalazione**

All' estremità del cavo sismico è in genere presente una barca di segnalazione, che ha lo scopo di assicurarsi che altri natanti non interferiscano accidentalmente con le strumentazioni dispiegate .

- **Sala di controllo e registrazione**

All'interno della nave ha sede la sala controllo e registrazione, in cui vengono immagazzinati tutti i dati rilevati dagli idrofoni, dalle bussole magnetiche, dai sistemi di posizionamento; vengono anche gestiti gli air-gun e tutte le apparecchiature di servizio. Già a bordo è possibile effettuare una prima elaborazione finalizzata alla verifica dell'efficacia del sistema messo a punto.

2.6.3. Sistema di energizzazione Air-gun

L'air-gun è la sorgente d'energia oggi maggiormente utilizzata per rilievi marini. A seconda delle case costruttrici vengono identificati vari tipi di air-gun chiamati: Sleeve-gun, Bolt airgun, GI-gun. Il principio di funzionamento e' comunque identico.

Per generare un fronte di onde elastiche, l'air-gun utilizza l'espansione nell'acqua di un volume di aria compressa. L'aria viene immessa in una camera ricavata in speciali cilindri metallici di acciaio da cui, con un sistema a comando elettromagnetico, viene liberata nell'acqua in un tempo brevissimo. L'espansione provoca l'oscillazione delle particelle dell'acqua circostante, generando un fronte di onde elastiche, che si trasmettono secondo superfici sferiche concentriche.

Un elemento particolarmente positivo di questo sistema è rappresentato dall'assoluta mancanza di pericolosità, non essendo impiegata alcuna miscela esplosiva.

Il dispositivo è composto di due camere, una superiore di caricamento e una inferiore di scarico, sigillate da un doppio pistone ad albero (Figura 2.6, Figura 2.7). L'aria compressa, fornita dai compressori alloggiati sulla nave, giunge direttamente alla camera superiore e si distribuisce in quella inferiore attraverso il pistone cavo; quando la pressione nelle camere è quella desiderata un solenoide comandato elettricamente si attiva e genera un campo magnetico tale da sollevare il pistone dando libero sfogo all'aria, attraverso dei fori praticati nell'involucro metallico.

Un ciclo di riempimento e svuotamento dura circa 10-15 secondi, mentre l'impulso dura un tempo brevissimo, circa 2 millisecondi.

All'onda elastica primaria si sommano delle onde secondarie causate dall'effetto bolla: l'aria emessa forma una bolla che si dirige verso la superficie, aumentando di volume fino a scoppiare quando la sua pressione eguaglia quella idrostatica, e generando una perturbazione acustica.

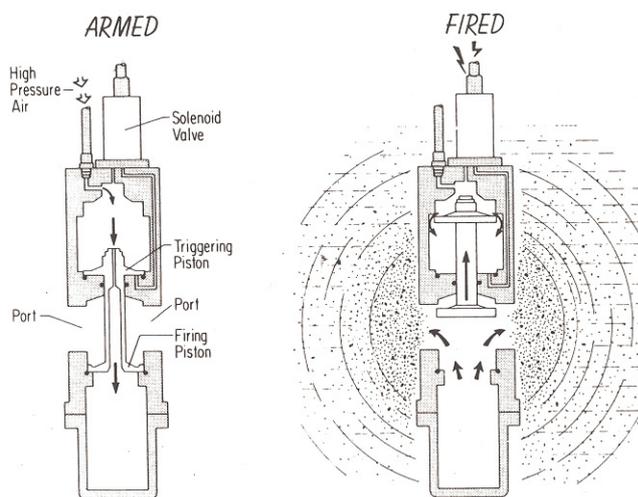


Figura 2.8- Schema funzionamento Air-gun

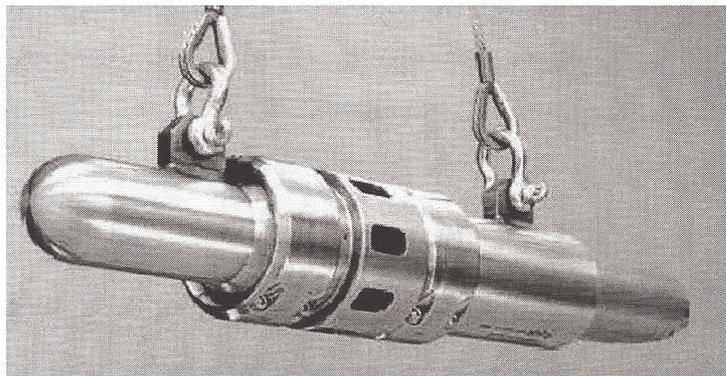


Figura 2.9- Esempio di air-gun

Gli air-gun vengono disposti sempre in batteria (*array*), dalla geometria variabile a seconda del tipo di onda che si vuole generare.

Un buon array è in grado di direzionare l'onda elastica verso l'obiettivo prescelto e di attenuare gli effetti delle onde secondarie: la geometria stessa dell'array infatti determina una funzione di *filtro spaziale*, tale da far interferire in opposizione di fase le onde che si sviluppano nel piano orizzontale, invece in fase quelle dirette verso il basso, indirizzando quindi l'energia principalmente in senso verticale.

Gli array consentono un aumento ed una ottimizzazione dell'energia necessaria per una maggiore penetrazione grazie alla composizione delle bolle generate dai singoli gun. Un buon array deve aumentare l'ampiezza di picco dell'onda primaria e contemporaneamente ridurre gli effetti dovuti alle oscillazioni secondarie delle bolle, nonché focalizzare la direzione dell'onda acustica verso il basso. Le oscillazioni secondarie della bolla creano un indesiderato effetto riverbero del segnale acustico che oscura la stratigrafia del sottosuolo.

Diversamente dagli esplosivi chimici, l'entità delle bolle può essere ridotta da un'accurata configurazione del gun e degli array e della sequenza di sparo. Un array deve essere dunque calibrato in modo che la distanza tra cannoni sia tale che gli impulsi iniziali interferiscano costruttivamente fra loro mentre le emissioni secondarie dovute alle successive oscillazioni delle bolle d'aria interferiscano distruttivamente. Molto importante per queste finalità sono le distanze e le volumetrie variabili tra gun e gun con conseguenti periodi d'oscillazione differenti fra loro (proporzionale alla radice cubica del volume della camera di un gun).

Un'altra caratteristica degli array, significativa dal punto di vista ambientale, è la capacità di dirigere l'energia preferenzialmente verso il fondo marino. Gli organismi marini posti fuori dall'asse dello sparo percepiscono forme d'onda di pressione molto diverse e, in genere, livelli di energia minori perché l'emissione della sorgente è focalizzato verso il basso: l'onda acustica misurata esternamente all'asse di un array ha valori inferiori a quella misurata esattamente sotto la sorgente.

2.6.4. Parametri operativi di progetto per acquisizione sismica con Air-gun

Il rilievo sismico che si andrà ad effettuare nell’ambito del presente permesso di ricerca sarà caratterizzato dai seguenti parametri (Figura 2.8):

- Volume totale Air-gun: 4130 in³ (~68 lt)
- Pressione di esercizio Air-gun: 2000 psi (~140 atm)
- Modello Air-Gun: Bolt 1900 LLXT
- Volume singolo Air-gun: min 60 in³, max 250 in³ (~1 - 4 lt)
- Numero di sub-array: 3
- Distanza tra sub-array: 8m
- Profondità array: 9m da superficie mare
- Lunghezza array: 14m
- Larghezza array: 16m

Array : 4130T_90_2000_080

Volume : 4130 cubic inches

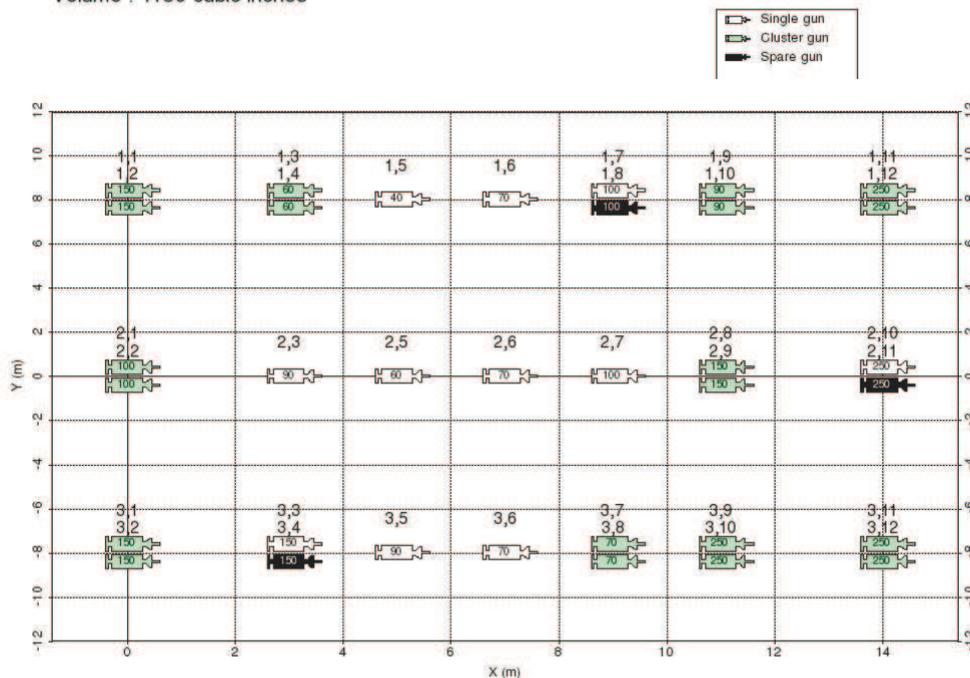


Figura 2.10– Layout dell’array di air-gun previsto

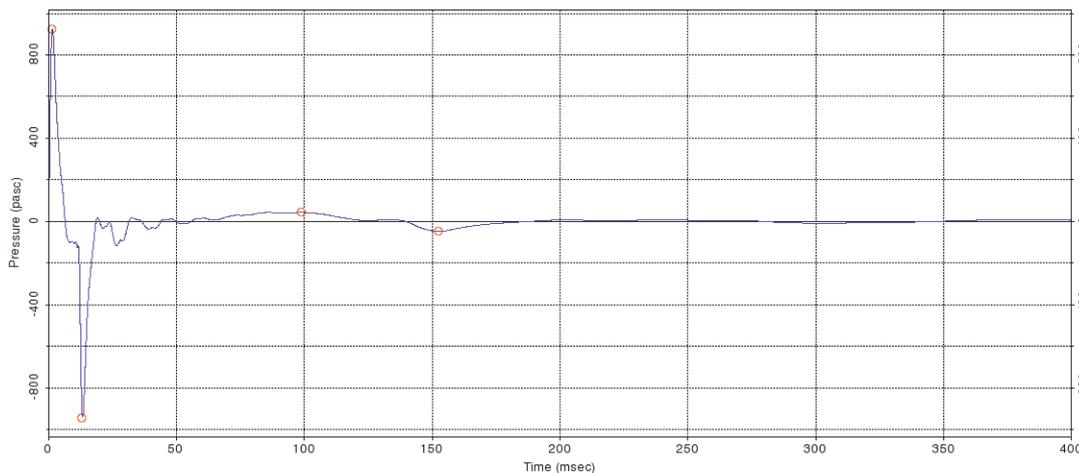
2.6.5. Modellazione del segnale acustico di progetto: direzionalità, intensità, frequenza, propagazione

E’ stata condotta una modellazione del segnale acustico atteso utilizzando i parametri operativi di

progetto, utilizzando il software specialistico NUCLEUS+ 1.8.10 - Marine Source Modeling 1.2.10. Il segnale acustico di progetto è caratterizzato dalla seguente forma d’onda: il segnale principale ha una durata di circa 20 ms.

Farfield signature : 4130T__90_2000_080

Distance: 9000 m	P/B ratio : 20.2	Volume : 4130 cu.in	Source depth : 9.00 m	Peak-peak : 1867.9 pasc
Dip: 0 deg	Geom. spr. : 2.00	Pressure : 2000 psi	Water temp. : 15.00 C	Water velocity : 1506.9 m/s
Azimuth: 0 deg	Filter : Unfiltered	Primary : 923.9 pasc	Ghost strength : -1.00	Period (+/-) : 97.4/139.4 msec



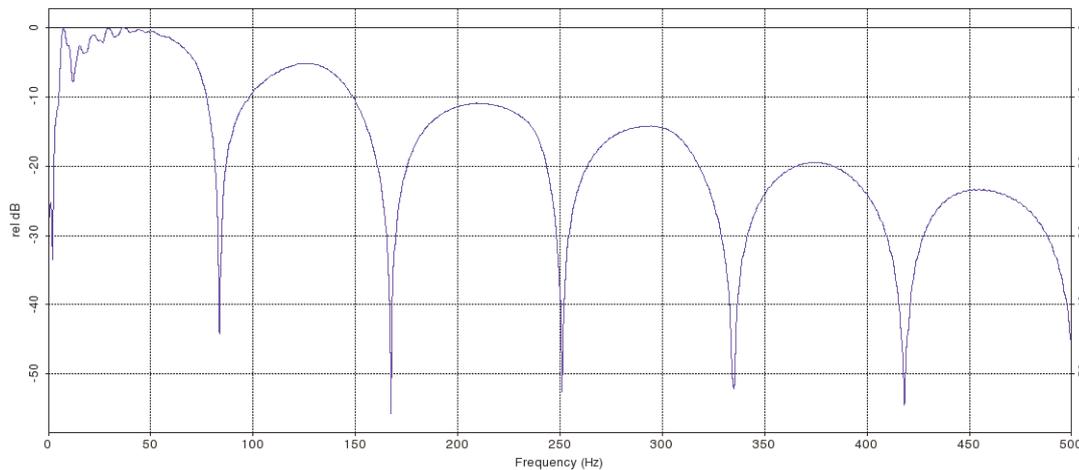
Plotted by Nucleus+ (1.8.11), Masomo+ (1.2.11). Date :2010/5/04 15:12

Figura 2.11 – Forma d’onda del segnale generato dall’airgun

Di seguito si riporta la distribuzione in frequenza del segnale.

Farfield signature : 4130T__90_2000_080

Distance: 9000 m
 Dip: 0 deg
 Azimuth: 0 deg



Plotted by Nucleus+ (1.8.11), Masomo+ (1.2.11). Date :2010/5/04 15:12

Figura 2.12 . Analisi in frequenza dell’intensità del segnale generato dall’airgun

La direzionalità del segnale è illustrata dalle figure seguenti, in cui si rappresenta come varia, per bande di frequenza (0-120Hz) l'intensità del segnale acustico rispetto al suo massimo alle varie inclinazioni rispetto alla superficie marina, sia nella direzione di navigazione (azimuth: 0 deg) che nella direzione trasversale (azimuth: 90 deg): si osserva che il segnale è concentrato essenzialmente verso il basso, con un'apertura del triangolo di diffusione di ampiezza di circa 60° in senso longitudinale, e di circa 45° in senso trasversale; in superficie il segnale è sempre molto basso.

Source directivity : 4130T__90_2000_080

Azimuth : 0 deg

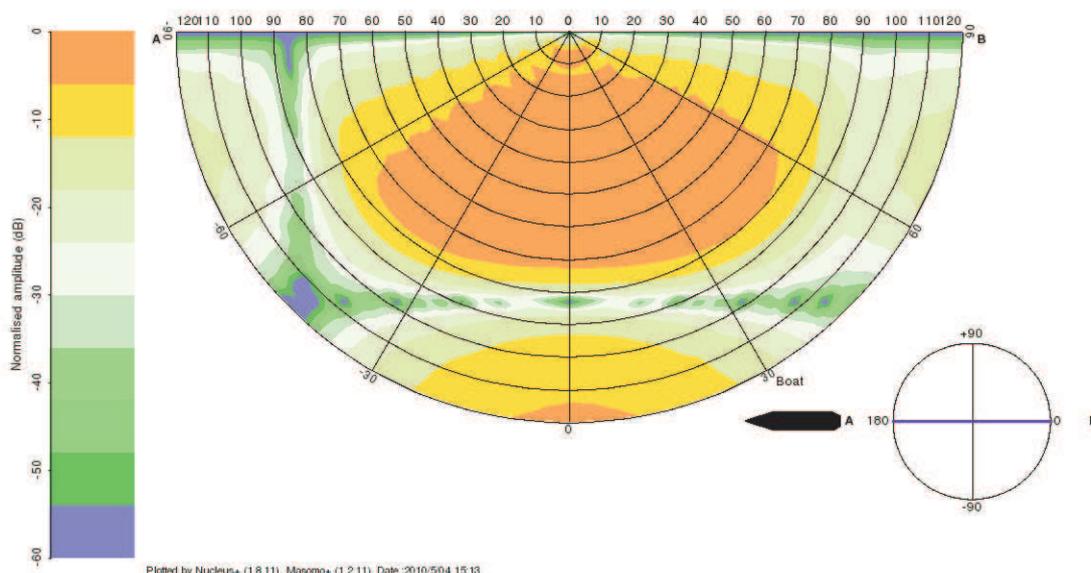


Figura 2.13 - Direzionalità dell'impulso acustico dell' array di air-gun., misurata nel verso del moto della nave

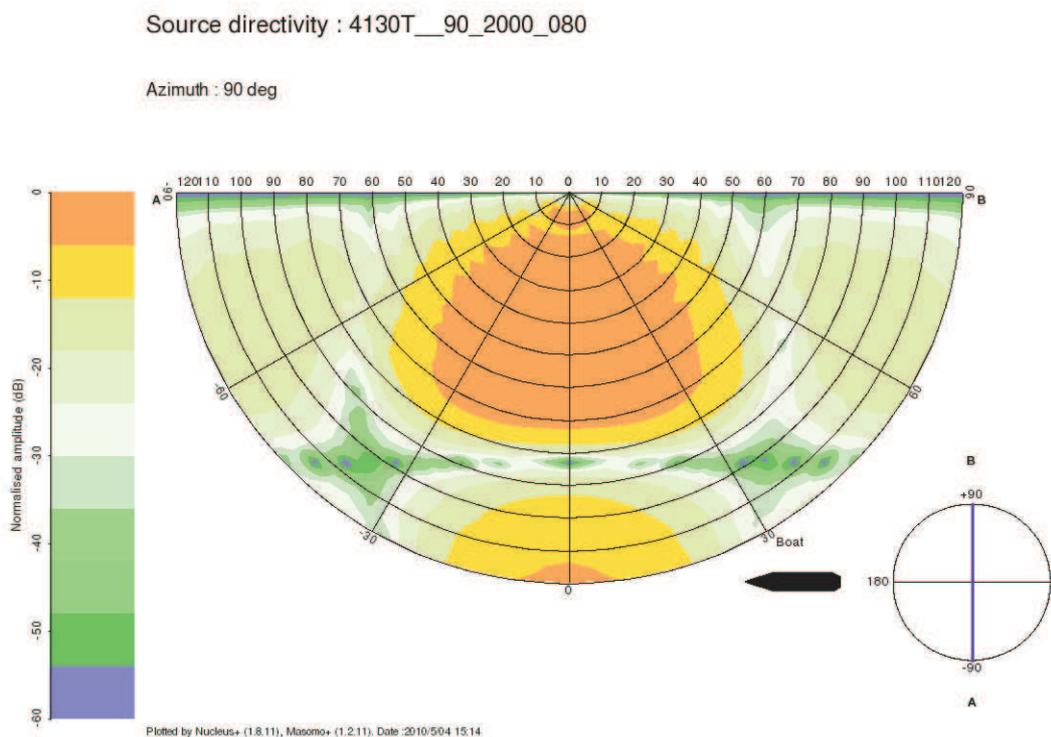


Figura 2.14 - Direzionalità dell’impulso acustico dell’ array di air-gun.,
misurata in senso ortogonale al moto della nave

La propagazione delle onde acustiche in mare, per le distanze d’interesse nelle prospezioni sismiche, è funzione principalmente della divergenza sferica in cui le ampiezze decrescono con l’inverso della distanza dalla sorgente (l’energia con il quadrato della distanza). Altri fenomeni attenuativi hanno rilevanza minore e sono funzione delle frequenze in gioco. Le alte frequenze sono attenuate maggiormente rispetto alle basse frequenze.

Per una modellazione corretta bisogna tenere conto dei dati batimetrici, dei profili di velocità del suono in mare e dall’impedenza geoacustica del fondo marino.

La generica formulazione in scala logaritmica di decadimento del livello acustico con la distanza è del tipo:

$$RL = SL - n \log R + \alpha R$$

dove:

RL: Received Level (o anche SPL: Sound Pressure Level)

SL: Source Level

R: distanza

n,α: coefficienti di decadimento;

E’ stata effettuata una specifica modellazione della propagazione del segnale acustico di progetto in mare, ad una profondità di 10m. Le figure di seguito riportano come il segnale perda rapidamente

intensità: il livello di pressione acustica (SPL) è pari a 180 dB re 1μPa già a 200m dall’array, e a 160 dB a 700m.

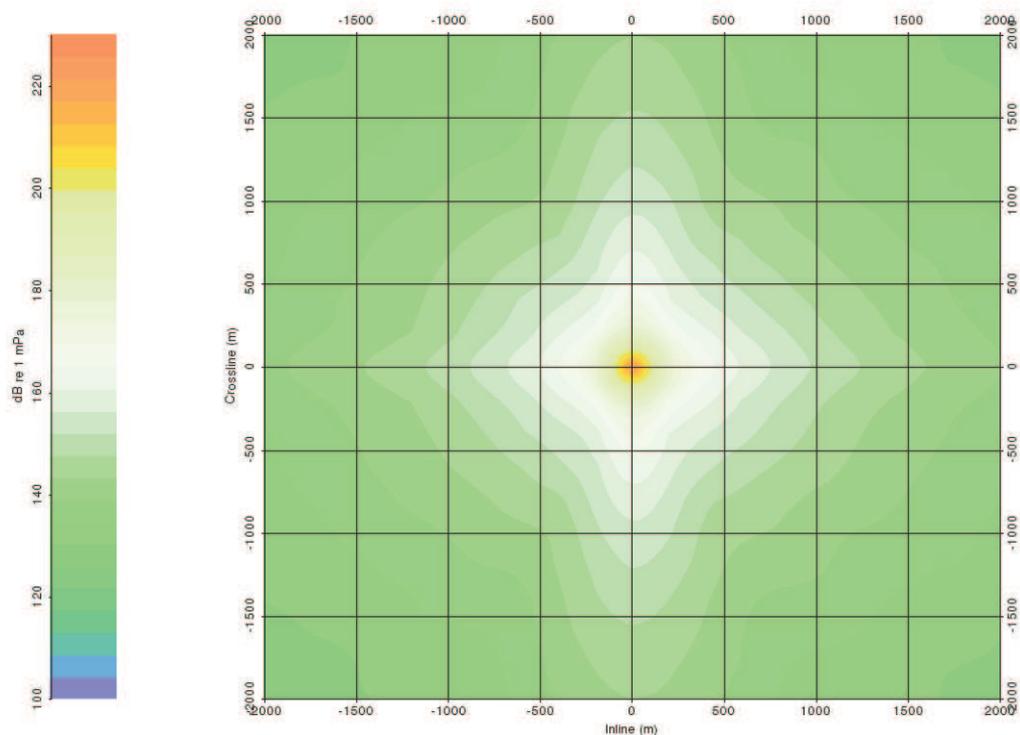


Figura 2.15– Livelli attesi di SPL (Sound Pressure Level) del segnale acustico generato dall’ array di airgun di progetto – Area di indagine 2km da sorgente

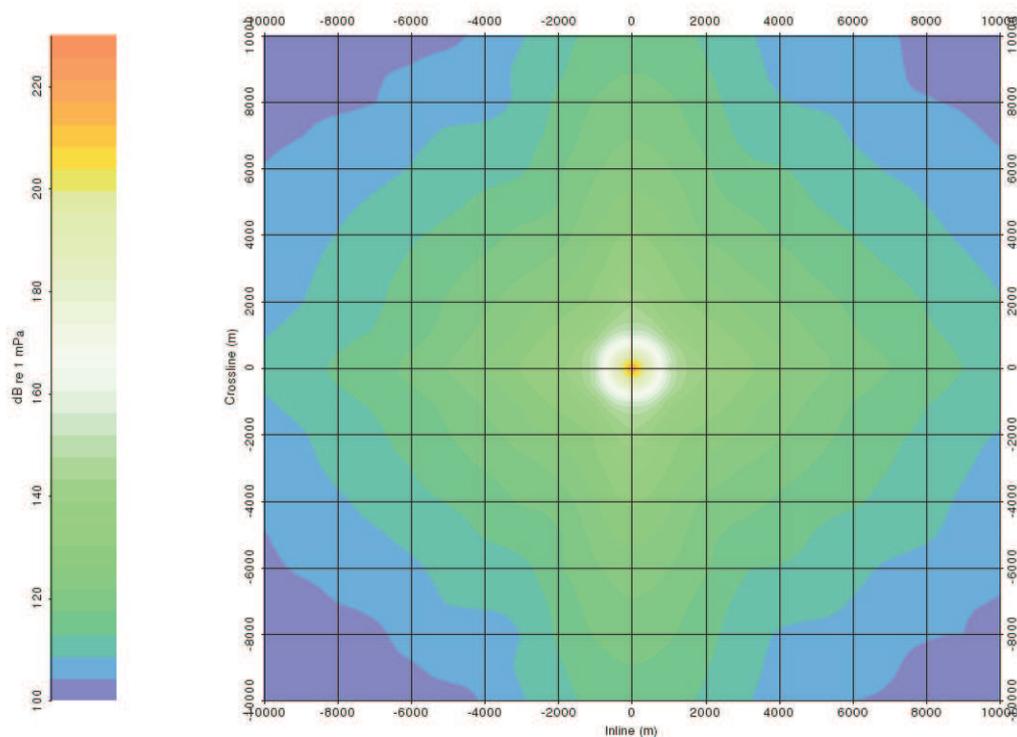


Figura 2.16– Livelli attesi di SPL (Sound Pressure Level) del segnale acustico generato dall’ array di airgun di progetto – Area di indagine 10 km da sorgente

2.7. Impatto delle operazioni geofisiche sull'ambiente e adozione misure di salvaguardia

2.7.1. Impatto sulle specie ittiche

I metodi di energizzazione che non fanno uso di esplosivi hanno attenuato notevolmente gli effetti sugli ecosistemi marini. Studi sull'utilizzo dei sistemi ad aria compressa (Air-Gun) hanno permesso di evidenziare l'assenza di mortalità nella fauna marina e di effetti collaterali connessi con la immissione di onde elastiche, anche a pressioni dell'ordine di 200 atm. Le onde generate hanno un rapido decadimento con la distanza ed è improbabile che vengano percepite al di fuori della zona di operazione. L'aria scaricata dall'Air-Gun crea un'onda elastica che si propaga in un mezzo continuo formato dalla massa d'acqua e dal sottofondo roccioso. A livello del fondo marino si produce una riflessione, come nel caso di ogni discontinuità, e una vibrazione, ma non si ha effetto di urto. Anche in fondali con profondità di qualche decina di metri non sono previsti effetti di rilievo sul benthos.

Numerosi studi condotti in Europa e nel continente americano hanno contribuito all'approfondimento degli effetti ambientali di tali attività, sotto l'impulso della necessità di chiarire le implicazioni delle operazioni sismiche nei riguardi della pesca commerciale.

Studi e ricerche sono stati intrapresi con una molteplicità di intenti: effetti dell'airgun nei vari ambienti marini e nei confronti delle diverse specie, di tipo acuto, sub-acuto o sul comportamento dalle specie più semplici come su quelle più complesse.

Gli studi prevedono in genere una importante attività di campo, consistente nella conduzione di test sul comportamento della fauna ittica atti a determinare la soglia alla quale il segnale acustico di un air-gun provoca una risposta di allarme, di panico, o altri cambiamenti nel comportamento delle specie di interesse, eventualmente in cattività. Inoltre vengono condotte osservazioni preliminari sulle eventuali modifiche che il pesce presenta nell'interesse per le esche durante e dopo l'esposizione all'air-gun.

Altri esperimenti cercano di determinare gli effetti del suono, prodotto durante lo svolgimento di una linea sismica, sulla pesca, usando ad esempio come indicatore il numero di catture per unità di sforzo di pesca. Poiché molte specie di pesci si riuniscono in banchi composti da molti individui, vengono anche valutati gli effetti sulle caratteristiche spaziali di queste aggregazioni e sui rapporti tra queste e le catture relative.

La natura e la soglia della risposta di allarme varia con le specie: per quelle della colonna d'acqua, sono stati osservati cambiamenti nel comportamento all'arrivo del suono e all'aumentare della pressione sonora. Per le specie demersali le reazioni al suono hanno carattere invece più individuale.

La risposta di panico non è mai stata osservata al di sotto dei 200 dB re 1 μ Pa; sebbene la natura della risposta di allarme e il livello della sua comparsa varii con le specie, questa soglia non è mai scesa sotto i 180 dB re 1 μ Pa, mentre alcuni cambiamenti nel comportamento sono risultati evidenti già a 161 dB re 1 μ Pa.

La risposta di panico che si manifesta all'arrivo delle onde sonore, non è mai stata mantenuta per tutto il periodo di avvertimento del disturbo; inoltre i pesci sono tornati al modello di comportamento precedente al suono, nel giro di alcuni minuti dopo la fine dell'emissione, evidenziando una tendenza ad abituarsi, alle condizioni dell'esperimento, al rumore dell'airgun.

Dalle misure effettuate con l'ecoscandaglio, (cioè con un sistema elettroacustico che individua aggregazioni di pesce sfruttandone le caratteristiche di riflettività), non si sono in generale evidenziate grandi differenze tra il controllo e le risposte spaziali delle aggregazioni di specie alle emissioni dell'airgun; inoltre, la differenza fra gli spessori delle aggregazioni nelle fasi pre e post operazioni, è risultata essere funzione solo della composizione specifica delle aggregazioni stesse.

Anche in Italia sono state compiute indagini sperimentali per rilevare l'effetto dell'uso dell'airgun su specie marine, in particolare quelle di interesse per la pesca.

Queste indagini, attivate da ENI Agip, sono state condotte dall'IRPEM (Istituto di Ricerca sulla Pesca Marittima) del CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche), con la collaborazione dell'OGS (Osservatorio Geofisico Sperimentale) di Trieste e il coordinamento del CEOM (Centro Oceanologico Mediterraneo) di Palermo.

Alcune prove svolte nel Mar Adriatico (a sud di S.Benedetto del Tronto) (*Azzali et al.*) hanno indagato gli effetti della prospezione sismica con airgun sulla fauna pelagica di interesse commerciale come sardine, acciughe, suri e sgombri e sulla distribuzione della loro biomassa in una area di 198 miglia nautiche, tra le batimetriche dei 30m e 110m. La ricerca è stata effettuata tra febbraio e marzo 1996, tramite 5 echosurvey di 24 ore circa di durata ciascuno, due effettuati prima delle prospezioni sismiche, due durante e una dopo 48 ore dalla fine delle operazioni.

I risultati hanno evidenziato che:

- la composizione verticale della biomassa rimane quasi invariata nei vari survey (strato superficiale 1÷9%, strato intermedio 41÷64%, fondo 31÷50%)
- la densità media di biomassa, molto variabile prima dell'attività sismica (da 12 a 32 t/mil²), sembra stabilizzarsi durante e dopo gli spari a valori in linea con i minimi riscontrati prima degli spari (11-16 t/mil²)
- il survey sismico ha provocato solo una breve e temporanea diminuzione delle forme di aggregazione a banchi, registrando un minimo di 14% durante il primo giorno di survey contro una media degli altri quattro survey di 27%-48%

Un altro esperimento è stato condotto in Adriatico centrale, nei pressi di Ancona, durante l'estate del 1995 (*La Bella et al., 1996*). L'array di airgun utilizzato aveva un volume complessivo di 2500 in³ ad una pressione operativa di 2000 psi.

L'influenza dell'airgun è stata valutata attraverso tre test: il primo su un'area a 75 miglia dalla costa, con profondità tra 70m e 75m, attraverso la misura delle catture con reti a strascico ed echosurvey (8 campionamenti effettuati prima del survey sismico e ripetuti subito dopo); il secondo su un'area a circa 3 miglia dal promontorio del Conero a profondità di circa 15 con fondo limoso con alta densità di *Paphia aurea* (vongole), attraverso campionamenti con rete da posta e draga; il terzo ha studiato il comportamento di spigole (*D. labrax*) mantenute in gabbia sul fondo marino a circa 12m di profondità, all'avvicinarsi della sorgente airgun da circa 3 miglia fino ad un minimo di 150m e osservate tramite telecamera.

I risultati di tale esperimenti sono:

- l'analisi delle catture con pesca a strascico non evidenziano significativi cambiamenti prima e dopo il survey sismico
- la stima della biomassa tramite echosurvey, effettuato in contemporanea con il campionamento a strascico, non ha evidenziato nessun cambiamento significativo nella biomassa pelagica a seguito del survey sismico;
- campionamenti tramite draga hanno mostrato simili densità di vongole prima e dopo il survey sismico, senza registrare morte o danneggiamenti;
- il video mostra che i pesci in gabbia hanno mostrato una risposta comportamentale all'avvicinarsi della sorgente acustica, senza registrare alcun evento letale: in particolare prime lievi modifiche comportamentali si sono registrate con la sorgente acustica alla distanza di 1 nm; quando la distanza era tra 0.5 nm e 150 i pesci si sono concentrati al centro della gabbia con orientazione casuale; una volta passata la sorgente acustica il comportamento è ritornato normale in circa un'ora di tempo;
- analisi biochimiche su vongole e spigole mostrano che i valori indicatori di stress ritornano a valori normali in circa 72 ore;

Un altro esperimento (*Modica et al.*) è stato condotto, sempre nel mare Adriatico, con lo scopo di valutare gli effetti acuti, sub-acuti e quelli sul comportamento di alcuni organismi adulti (*D. labrax*, *P. flexus*, *S. officinalis*, *C. gallina*, *P. aurea*, *M. galloprovincialis*, *Chlamis spp.*, *P. jacobus*, *M. crispata*), e di uova (*Spigola*, *Calamaro*, *Seppia*, *Granceola*) e larve (*Spigola*, *Orata*).

Gli esemplari adulti sono stati esposti allo scoppio di un array di due airgun da 3 lt ciascuno a distanze variabili tra 7-10m. L'esposizione all'air-gun non ha mai causato mortalità, anche di singoli individui, in nessuna delle specie considerate, neanche a seguito delle operazioni di recupero e

trasferimento degli organismi in vasca; effetti sul comportamento si sono manifestati per alcune ore dopo l'effettuazione delle prove per ridursi poi gradualmente.

Le uova e le larve sono state esposte a volumi pari a 3-1.5-0.3 lt alle distanze di 1-3-5m dalla sorgente. Uova e larve della maggior parte delle specie utilizzate mostrano una scarsa o assente relazione tra perturbazione indotta dallo scoppio dei 3 volumi di airgun e induzione di mortalità immediata o presenza di danni o alterazioni al normale sviluppo, durante la successiva fase di monitoraggio. Solo nel caso dell'Orata e del Calamaro sono state riscontrate differenze statisticamente significative tra campione e controllo ($P > 0.05$) nel tasso di schiusa e nel corretto sviluppo di organi a seguito dell'esposizione alla distanza minore (1-3m, con airgun da 3 lt)

Dai dati precedentemente esposti e da altre ricerche affini sembra potersi concludere che la porzione sfruttabile delle popolazioni oggetto di pesca commerciale e comunque l'adulto delle varie specie risenta poco delle prospezioni sismiche: gli studi condotti hanno indicato la scarsità di effetti traumatici acuti e sub-acuti e l'ovvia insorgenza di risposte comportamentali tali però da lasciare presupporre un recupero completo e rapido delle condizioni di pre-esposizione.

2.7.2. Impatto sui mammiferi marini

Per quanto riguarda gli effetti sui mammiferi marini, studi sugli effetti delle esplorazioni sismiche su tali specie sono state condotte in Nord America e hanno stabilito che sia i Mysticeti (balene), che gli Odontoceti (delfini, orche, narvali, capodogli, focene, ecc.), mostrano comportamenti diretti ad evitare le navi che conducono le indagini sismiche, indagini che possono quindi disturbare la struttura delle popolazioni residenti nelle aree teatro delle operazioni disgregando in modo duraturo l'home range dei singoli individui.

I Mysticeti sono usualmente considerati particolarmente a rischio perché essi, per comunicare, si affidano, a differenza degli Odontoceti, a suoni di bassa frequenza, nello stesso range di quelli usati nelle indagini sismiche.

In particolare, i Mysticeti sembrano tollerare un moderato o basso livello di rumore generato da rilievi sismici distanti; nelle balene grigie, il comportamento di fuga viene messo in atto quando il livello di potenza sonora ricevuto è intorno ai 150-180 dB re 1 μ Pa: questo, per le caratteristiche elastiche del mezzo "acqua", si verifica anche a diversi chilometri da un array e a volte costringe i Mysticeti a nuotare e ad allontanarsi di chilometri, interrompendo le normali attività anche per ore.

Per quanto riguarda gli Odontoceti, è stato notato che la maggior parte dell'energia prodotta dall'airgun, è di frequenza inferiore ai 100 Hz, al di sotto di quella usata per il richiamo o a quella dell'ottimo ascolto nei piccoli Odontoceti, quindi questi potrebbero essere poco sensibili a questi impulsi sonori.

È noto che a volte i delfini si avvicinano alle navi sismiche durante le operazioni: sebbene questo comportamento sia stato considerato da alcuni la dimostrazione che gli impulsi sismici non costituiscono una minaccia per questi mammiferi marini, non si può escludere che esso sia da attribuire ad altre risposte comportamentali in relazione al disturbo dell'area di residenza dei delfini stessi.

Gli effetti dei test sismici sui mammiferi marini non possono essere limitati al disturbo: nei mammiferi marini il rumore può influenzare non solo il sistema uditivo, ma anche la risposta fisiologica in stato di stress indirizzandola verso un abbassamento della resistenza alle malattie o promuovendo l'ipertensione e la comparsa di squilibri endocrini.

Le conclusioni di un recente rapporto UKOOA sugli effetti delle indagini sismiche sui cetacei hanno valutato il caso di una delle popolazioni di delfini più grandi del Regno Unito, nel Moray Firth; questo nucleo è rimasto nell'area a dispetto dell'esposizione, negli ultimi 30 anni, ad intensive campagne sismiche condotte con l'uso di airgun.

Le conoscenze sulle conseguenze del rumore prodotto dall'uomo sui mammiferi marini sono ancora incomplete, sia a causa del numero insufficiente di studi sia della difficoltà di isolare gli effetti del disturbo acustico da quelli derivanti da altre minacce. Si ritiene, tuttavia, che esso possa causare danni che vanno dal locale e temporaneo disturbo, alla riduzione della fitness a livello dell'individuo, della popolazione e della specie (Erwan Roussel 2002).

Più in dettaglio, l'inquinamento acustico può:

- danneggiare fisicamente l'apparato uditivo o altri organi;
- causare riduzione o perdita temporanea dell'udito (Gordon et al. 2004);
- coprire le vocalizzazioni e i rumori ambientali, obbligando ad una variazione dei livelli degli impulsi d'ecolocalizzazione (Au 1993) e delle loro frequenze;
- ridurre o azzerare le vocalizzazioni e conseguentemente ostacolare la comunicazione tra gli individui (Watkins 1986);
- ridurre la quantità di habitat idoneo disponibile per la specie, soprattutto quando questo è concentrato in un'area limitata (Richardson 1995);
- determinare alterazioni comportamentali, quali cessazione del resting, vale a dire del riposo, del feeding, cioè dell'alimentazione, o del socializing, cioè delle attività di socializzazione tra conspecifici, nonché all'allontanamento dall'area, per periodi di tempo variabili tra pochi minuti ad ore o giorni (Richardson 1995);

Tali effetti sono influenzati dalla durata dell'evento, inteso come esposizione dell'animale alla fonte di disturbo, e dalla sua capacità di abituarsi.

L'air-gun è un dispositivo progettato per generare un impulso in una direzione desiderata, in particolare verso il basso. La percezione del suono da parte di organismi presenti nell'area dipende da diversi fattori tra cui la profondità dell'acqua e la posizione degli stessi nella colonna d'acqua. I cetacei, come molti organismi marini, possono trovarsi in una varietà di posizione diverse rispetto alla sorgente energizzante quando essa è attiva (incluso direttamente sotto di essa) e per tale motivo la sua percezione e gli effetti da essa causati risultano essere complicati e variabili.

Per specie che non vivono in ambiente controllato risulta quindi non semplice valutare eventuali danni fisiologici causati direttamente dall'esposizione a questa tipologia di disturbi.

Molti degli studi effettuati interessano per lo più risposte comportamentali a seguito di sperimentazioni con l'utilizzo di air-gun o simili in aree dove è stata registrata la presenza di mammiferi marini. Le risposte sono comunque variabili e in alcuni casi contraddittorie.

Good (1996) ha monitorato un gruppo di delfini comuni (*Delphinus delphis*) prima, durante e dopo l'attività di survey sismico nella parte meridionale del Mare d'Irlanda ed ha registrato un allontanamento della specie oggetto di studio dall'area monitorata (1-2 Km dalla sorgente).

Anche Evans et al. (1993) hanno effettuato studi di questo tipo su piccoli cetacei nel Mare d'Irlanda, prima, durante e dopo l'esplorazione sismica. Anche se le esigue dimensioni del campione non hanno consentito un'analisi statistica, è stato comunque registrato un calo significativo del numero di tursiopi *Tursiops truncatus*, suggerendo che una parte della popolazione aveva abbandonato l'area nel corso della sperimentazione. Non è però noto se questo movimento rifletteva una risposta alle attività sismica o era semplice conseguenza di movimenti stagionali.

Mate et al 1994 hanno effettuato studi sui capodogli *Physeter macrocephalus* del Golfo del Messico dove si stavano effettuando dei survey sismici. Con l'inizio del campionamento sismico è stata registrata una riduzione di circa 1/3 di individui di capodoglio nell'area dopo 2 giorni e la completa assenza dopo 5 giorni dall'inizio delle sperimentazioni. Sono stati inoltre registrati interruzioni nelle vocalizzazioni di capodogli in risposta ad impulsi sismici generati a una distanza di 370 km (Bowles et al., 1994). Sempre nel Golfo del Messico in contrasto con questi rapporti di estrema sensibilità, altre osservazioni suggeriscono che i capodogli non si sono allontanati dall'area dove si stavano svolgendo indagini sismiche (Rankin & Evans 1998; Swift 1998).

Di seguito viene riportato uno schema che riassume i lavori effettuati in questi anni:

Species	Location	Observation	Source	Received level	Range	Behaviour	Water depth	Prop. Model	Reference
Common dolphin	Irish Sea	Operating seismic	2D Seismic 2,120 cu. in.		>1 km	Reduced vocalisation rate within vocal range and/or exclusion within 1 km.	50-100 m		Goold (1996)
Bottlenose dolphin	Captivity		1 sec 20 kHz pulse	- 178 (75 kHz) dB-186 (3 kHz dB)		Behavioural avoidance responses at 178 dB			Ridgeway et al. (1996)
Sperm whales	Southern Ocean	Opportunistic	Seismic 8x16l (263 dB re. 1 μ Pa -m)	- 112 dB	>300 km	Cessation of vocalisation in response to some instances of air gun activity	>500 m 50-100 m		Bowles et al. (1994)
Gray whales	California	Experimental playback	Seismic array	- 180 dB - 170 dB - 164 dB	1.2 km 2.5 km c.3.6 km	90% avoidance 50% avoidance 10% avoidance by migrating whales			Malme et al. (1983, 1984)
Gray whales	Bering Sea	Experimental playback	Seismic array 1.64l, 226 dB	- 173 dB		50% avoidance			Malme et al. (1986, 1988)
Gray whales (western)	Sakhalin Island, Russia	Operating seismic		- 163 dB - <163db		10% avoidance by summering whales Whales abandoned foraging site close to survey area and moved to main foraging area			Johnson (2002)
Bowhead whale	Beaufort Sea	Operating seismic	Seismic array	- 142-157	8.2 km	Behavioural changes. Changes in blow rates and dive patterns.			Various studies in Richardson et al. (1995)
Bowhead whale	Beaufort Sea	Operating seismic		- 152-178		Active avoidance. Swimming away from the guns and behaviour disrupted for 1-2 hrs.	30-60 m		"
Bowhead whale	Beaufort Sea	Operating seismic		- 125-133 dB	54-73 km	No avoidance behaviour but significantly shorter dives and surfacing periods.			"
Bowhead whale	Beaufort Sea	Operating seismic	560-1500 cu. in	- 120-130db	20-30km	Avoidance			
Humpback whale	S.E. Alaska	Experimental playback	Seismic gun 1.64L (226 dB)	- 150-169	<3.2 km	Short-term startle response. No clear avoidance at levels up to 172 dB re. 1m Pa effective pulse pressure level.			Malme et al. (1985)
Humpback whale	North West Cape, W. Australia	Operating seismic	Seismic array 44l (258 dB re. 1 μ Pa ² -m p-p)	- 170 dB P-P - 162 dB P-P - 157 dB P-P	3- 4 km 5 km 8 km	Stand-off (General avoidance) Avoidance manoeuvres Avoidance manoeuvres	100-120 m	25 logR	McCauley et al. (1998)
Humpback whale	Exmouth Gulf, W. Australia	Experimental playback	Seismic gun 0.33L, (227 dB re. 1 μ Pa ² -m p-p)	- 168 dB P-P - 159 dB P-P	1 km 2 km	General avoidance Course alterations begin	10-20 m		McCauley et al. (1998)
Blue whale	North Pacific Ocean	Operating seismic	Seismic source 1,600 cu. in. (215 dB re. 1 μ Pa 1-m p-p).	- 143 dB P-P	10 km	Closest approach 10 km? Cessation of vocalisations for c.1 hr. Resumption of vocalisations and movement away from source.	2,400 m		Macdonald et al. (1995)
Grey seal	Scotland and Sweden	Experimental playback. 1 hr exposure	Single gun or small array (215-224 dB re. 1 μ Pa-1 m)			Avoidance. Change from feeding to transiting behaviour. Haulout. Apparent recovery c 20 mins after trial.	20-100 m		Thompson et al. (1998)
Common seal	Scotland and Norway	Experimental playback 1 hr exposure	Single gun or small array (215-224 dB re. 1 μ Pa-1 m)			Initial fright reaction. Bradycardia. Strong avoidance behaviour Cessation of feeding	20-100 m		Thompson et al. (1998)
Ringed Seal	Prudhoe Bay, Alaska	Operating Seismic	Array, 21.6L	200 dB rms (236 dB re. 1 μ Pa- 1 m p-p horizontal)	200 dB rms 190 dB rms 180 dB rms 160 dB rms	.03 km .24 km .96 km 3.6 km	Partial avoidance at <150m More seals seen swimming away while guns firing	3-17m	Harris et al. (2001)

Figura 2.17 – Tabella riassuntiva delle risposte comportamentali riscontrate nei mammiferi marini durante varie campagne di osservazione durante survey sismici (Gordon et al. 2003)

2.7.2.1. Lo spiaggiamento di cetacei del dicembre 2009 sulle coste pugliesi

Il 10 dicembre del 2009 nove capodogli si sono spiaggiati nei pressi della Foce di Capo Iale-Laguna di Varano sulla costa garganica, nei pressi di Peschici. Sette esemplari sono morti mentre due sono riusciti a riprendere il largo. Gli animali erano tutti esemplari giovani di sesso maschile e di età compresa tra i 15 e i 25 anni. Per comprendere le cause dello spiaggiamento il Ministero dell'Ambiente ha disposto una task-force multidisciplinare di veterinari e biologi con lo scopo di svolgere approfondite analisi su alcuni esemplari.

E' stata recentemente pubblicata la relazione finale circa le cause dello spiaggiamento, coordinata dal dott. Sandro Mazzariol (Dipartimento di Sanità Pubblica, Patologia Comparata e Igiene Veterinaria, Università degli Studi di Padova.)

Si riporta uno stralcio delle conclusioni emerse.

“[...] lo spiaggiamento di questi 7 capodogli si può attribuire ad una condizione multifattoriale, come spesso viene suggerito nei lavori scientifici che riportano eventi come questo, citati in bibliografia (Evans et al., 2005; Whitehead, 2000; Jauniaux et al, 1998).

I soggetti si trovavano probabilmente nel Mar Ionio, presumibilmente a basse latitudini. La positività alla colorazione specifica per il mercurio del citoplasma neuronale associato alla presenza di lipofusina, così come descritto in medicina umana, e il reperimento del medesimo reperto in sede linfonodale, renale ed epatico, suggerisce una circolazione della sostanza nell'organismo dei capodogli. Si ricorda inoltre che lo stesso mercurio ha un'azione di depressione del sistema immunitario. In considerazione dei risultati delle prove biologiche, non si escludono (inibizione dell'acetilcolinesterasi) non si escludono altre sostanze come fattori predisponenti lo spiaggiamento.

Gli animali sono entrati nel Mar Adriatico e qui la complicità di fattori ecologici (profondità), biologici (inesperienza del gruppo), sociali (aggregazione), insieme ai rilievi patologici e tossicologici (alterazione del sensorio e immunocompromissione di origine chimica), ha determinato l'impossibilità ad orientarsi e a trovare una via d'uscita da questo vicolo cieco. In questo quadro resta da valutare il ruolo delle condizioni meteo-climatiche. Durante il viaggio, durato almeno una settimana, gli animali non si sono alimentati, con una potenziale movimentazione delle riserve lipidiche e, potenzialmente, delle eventuali sostanze inquinanti lipofiliche presenti nei tessuti adiposi. Questa situazione ha ovviamente aggravato le condizioni generali di salute dei soggetti.

I rilievi patologici sono stati effettuati, per forza di cose, su soli 3 soggetti e quindi danno un quadro incompleto della situazione. In particolare, risulta difficile comprendere se esistesse una condizione patologica marcata ed evidente negli altri quattro soggetti morti in mare e se

quindi il gruppo abbia seguito uno o più di questi soggetti per aggregazione sociale. In ogni caso, i reperti sono sufficienti per indicare l'assenza di cause biologiche od organiche come responsabili della morte dei 7 soggetti. Si deve solamente sottolineare la presenza di un quadro di immunocompromissione, evidente nel sistema linfatico, che ha potenzialmente esposto gli animali a quadri infiammatori secondari, come broncopolmoniti e dermatiti.

Resta da identificare il motivo per cui questi esemplari si siano addentrati (o fuggiti) nel Mar Adriatico. Escluse eventuali correlazioni con i cicli solari, alterazioni del campo geomagnetico e fasi lunari (come riportato in letteratura), rimangono da indagare alcuni fattori naturali ed antropici, verificatisi almeno da 7 a 20 giorni prima dell'evento nel Mar Ionio. In particolare si devono considerare eventuali alterazioni della temperatura dell'acqua, con uno spostamento delle prede nella colonna d'acqua. Altri fattori naturali da tenere in considerazione sono i terremoti, come evento causale di una fuga e non come scatenante una condizione embolica. L'unico che appare compatibile con i fattori elencati prima sembra essere quello verificatosi il 26 Novembre 2009 (magnitudo 5,1 scala Richter) nella Fossa Ellenica ovvero dove vivono e vengono usualmente avvistati i capodogli, tra cui 2 di quelli spiaggiati. Infine, i sonar, come quelli correlati alle attività di prospezione presenti anche in Adriatico, non possono essere considerati come agenti causali lo spiaggiamento per il loro impatto diretto, almeno nei tre soggetti esaminati, in quanto è stata evidenziata l'assenza della “gas and fat embolic syndrome”, ma possono eventualmente essere tenuti in considerazione come potenziale fattore di disturbo e/o di alterazione del comportamento di questi animali. In letteratura, su prove eseguite nel Golfo del Messico, si riscontrano alterazioni evidenti del comportamento alimentare, anche se non sembrano modificare profili di immersione e direzione (Jochens et al., 2008, Miller et al, 2009). Gli studi eseguiti rimangono comunque limitati dato lo spettro di emissione acustica degli airguns usati (Madsen et al., 2006). Gli studi eseguiti rimangono comunque limitati dato lo spettro di emissione acustica degli airguns usati (Madsen et al., 2006). [...]

2.8. Misure di salvaguardia e mitigazione da adottare durante il survey sismico

Dal momento che non è ancora disponibile una legge specifica a livello comunitario che regolamenti le varie forme di emissioni acustiche sottomarine, è quindi molto importante agire a livello precauzionale con azioni di mitigazione e linee guida atte a tutelare la fauna marina dai possibili danni arrecati dall'esposizione a emissioni acustiche di origine antropica.

Le principali misure correntemente usate per mitigare il potenziale impatto sulla fauna marina sensibile durante i survey sismici sono:

- definizione di una Zona di Esclusione (ZE) entro la quale, in caso di avvistamento di esemplari sensibili, viene sospesa l’emissione di energia acustica se l’attività di rilevamento è in corso, ovvero non viene iniziata l’attività; la definizione del raggio della ZE dipende dai limiti di esposizione fissati in base alla sensibilità delle varie specie potenzialmente presenti nell’area di indagine.
- implementazione di procedure operative: *soft start*, *pre survey*, *monitoraggio con MMOs*

2.8.1. Limiti di esposizione

Per implementare le politiche di mitigazione il *U.S. National Marine Fishery Service* (NMFS) ha adottato dei criteri di sicurezza standard in termini di limiti massimi di esposizione (dB re 1 μ Pa) per diverse categorie di mammiferi marini. Qualora i limiti siano superati si rende necessario lo spegnimento della sorgente.

Tali limiti sono stati calcolati dal *Lamont-Doherty Earth Observatory* (LDEO) della Columbia University, sulla base della sensibilità acustica di specie target, allo scopo di migliorare le misure da adottarsi in caso di investigazioni geosismiche.

Le aree di rischio varieranno in funzione del tipo di campagna condotta, del modello utilizzato, della categoria di mammiferi esposti e dei parametri considerati nel modello che influenzano la propagazione del suono in ambiente marino (profondità, conformazione del fondale, velocità del suono nonché tipo e numero di air-gun utilizzati).

I valori esposti nella tabella seguente, espressi in (dB re 1 μ Pa) indicano i limiti di esposizione al di sopra dei quali le varie categorie di mammiferi marini non dovrebbero essere sottoposti.

Nonostante i limiti specifici per categoria del tutto indicativi in generale il NMFS assume che ogni categoria di mammiferi marini potrebbe essere disturbata se esposta a intensità superiori a 160 dB re 1 μ Pa.

Categoria	Limite di esposizione (dB re 1 μPa)
Mammiferi marini in generale	160
Tartarughe marine	170
Cetacei	180
Pinnipedi	190

2.8.2. Linee guida per minimizzare il disturbo acustico sui mammiferi marini della JNCC

A livello internazionale, le linee guida maggiormente citate sono quelle stabilite dalla JNCC (*Joint Nature Conservation Committee*) di Aberdeen (UK), richiamate anche da IACG (*International Association of Geophysical Contractors*).

Di seguito vengono riassunte le indicazioni precauzionali fornite da JNCC [23] da adottare durante l'indagine geosismica:

1. Prima di iniziare l'attività di emissione durante l'indagine geosismica, è necessario che i MMOs (*Marine Mammals Observers*), controllino la presenza di mammiferi marini nel raggio di 500 metri.
2. Se c'è la presenza di cetacei, l'inizio dell'emissione deve essere ritardato (*delay*) fino a quando gli animali si sono spostati, lasciando passare abbastanza tempo dall'ultimo avvistamento (30 minuti) per consentire agli animali di spostarsi al di fuori del raggio di azione della sorgente.
3. Il raggiungimento della intensità e frequenza operativa degli air-gun deve essere conseguito gradualmente (20 minuti) per consentire agli animali il tempo necessario per allontanarsi dalla sorgente (*soft start* o *ramp up*). Per assicurarsi dell'assenza degli animali compiere un monitoraggio acustico passivo (*Passive Acoustic Monitoring*) oltre al monitoraggio visivo (*look and listen*).
4. Durante l'indagine geosismica non emettere ad un livello di energia superiore del necessario ma emettere al minor livello di energia che consenta di eseguire l'indagine.

2.8.3. Linee guida per minimizzare il disturbo acustico sui mammiferi marini di ACCOBAMS.

Anche in seno ad ACCOBAM (*Agreement on the Conservation of Cetaceans of the Black Sea, Mediterranean Sea and Contiguous Atlantic Areas*) sono state definite delle linee guida per la minimizzazione del disturbo nei confronti dell'ecosistema durante le attività di prospezione geofisica. Il CIBRA (*Centro Interdisciplinare di Bioacustica di Pavia*) ha redatto per ACCOBAMS le seguenti procedure:

1. Pianificare l'indagine in modo da evitare gli habitat principali e le zone ad alta densità di mammiferi marini;
2. Durante l'indagine geosismica non emettere ad un livello di energia superiore del necessario;
3. Limitare la propagazione orizzontale e adottare la configurazione degli array e la sincronizzazione degli impulsi appropriate eliminando le altre frequenze inefficaci;

4. Pianificare le rotte lungo le quali compiere le prospezioni tenendo conto anche dei movimenti degli animali e le possibili vie di fuga;
5. Modellizzare la propagazione del suono in relazione alle variabili oceanografiche (profondità, profili di temperatura, caratteristiche del fondale..);
6. Effettuare in continuo un monitoraggio visivo (per mezzo di Marine Mammals Observers – MMOs) e acustico (monitoraggio acustico passivo – PAM) avvalendosi di personale specializzato per poter escludere la presenza di mammiferi marini prima di iniziare ad attivare la sorgente di suono o mentre la sorgente è attiva;
7. A bordo deve essere adeguatamente fornito l’equipaggiamento necessario degli osservatori come binocoli o big-eyes;
8. Generalmente, deve essere proibito l’utilizzo di air-gun ad alta energia, durante la notte, in momenti del giorno a scarsa visibilità o in condizione di stato del mare che renda difficile l’attuazione delle misure di mitigazione;
9. Deve essere utilizzato il monitoraggio acustico passivo (PAM) per incrementare l’efficienza di localizzazione dei mammiferi marini;
10. Ad ogni ora disponibile e durante ogni attività devono operare almeno due MMOs; per questo devono essere pianificati appropriati turni di avvistamento. Nel caso di monitoraggio passivo, è necessario almeno un osservatore al lavoro;
11. Prima di iniziare l’emissione è necessario che i MMOs controllino la presenza di mammiferi marini nella zona di emissione per almeno 30 minuti;
12. In caso di avvistamento di individui appartenenti alla famiglia degli Zifidi, devono essere attuate delle misure di mitigazione supplementari. Il tempo di osservazione, prima dell’emissione deve essere allungato a 120 minuti per aumentare la probabilità di individuare nuovamente gli animali alla fine dell’immersione profonda;
13. Ogni qual volta viene accesa la sorgente di suono, il raggiungimento della intensità e frequenza operativa degli air-gun deve essere conseguito gradualmente per consentire agli animali il tempo necessario per allontanarsi dalla sorgente (*soft start* o *ramp up*);
14. Il *ramp up* non deve iniziare prima che siano passati 30 minuti dall’ultimo avvistamento di mammiferi marini (120 minuti in caso di avvistamento di Zifidi);
15. Evitare di esporre gli animali a livelli acustici dannosi attuando della previsioni sui loro movimenti, cambiando la rotta della nave e se applicabile riducendo (*powerdown*) o cessando (*shut-down*) l’attività della sorgente;
16. In caso siano avvistati mammiferi marini all’interno dell’area di emissione deve essere attuata la procedura di spegnimento della sorgente;
17. In caso si utilizzi più di un’imbarcazione d’investigazione geosismica, assicurarsi che la distanza tra le navi sia sufficiente per far allontanare gli animali dalle sorgenti.

18. Considerare lo scambio di dati tra imprese per minimizzare l’impatto sulle stesse aree di interesse geosismico.

2.8.4. Interventi di mitigazione che verranno implementati durante il rilievo sismico

In considerazione delle linee guida esaminate (JNCC e ACCOMBAM), dei limiti di esposizione individuati da NFMS e della modellazione della propagazione del livello acustico generato dall’array di airgun di progetto, possiamo definire il raggio della Zona di esclusione pari a 700m: oltre tale distanza, infatti, il livello acustico è inferiore a 160 dB, identificata come soglia al di sotto della quale i mammiferi marini non avvertono disturbo.

Pertanto, le misure di mitigazione che verranno implementate saranno:

1. Effettuare in continuo un monitoraggio visivo (per mezzo di Marine Mammals Observers – MMOs) e acustico (monitoraggio acustico passivo – PAM) avvalendosi di personale specializzato per poter escludere la presenza di mammiferi marini prima di iniziare ad attivare la sorgente di suono o mentre la sorgente è attiva;
2. Prima di iniziare l’emissione è necessario che i MMOs controllino l’assenza di mammiferi marini o tartarughe marine nella zona di esclusione di 700m per almeno 30 minuti; in caso di avvistamento di individui appartenenti alla famiglia degli Zifidi il tempo di osservazione sarà fissato in 120 minuti;
3. Ogni qual volta verrà accesa la sorgente di suono, il raggiungimento della intensità e frequenza operativa degli air-gun deve essere conseguito gradualmente (*soft start*);
4. In caso siano avvistati mammiferi marini o tartarughe marine all’interno dell’area di esclusione deve essere attuata la procedura di spegnimento della sorgente;

2.9. *Analisi dell’impatto del programma unitario di acquisizione sismica*

Nel presente paragrafo si vuole analizzare l’impatto determinato dallo svolgimento del programma unitario di acquisizione sismica.

Il programma unitario di acquisizione sismica che si svolgerà all’interno dei nove permessi di ricerca (di cui solo due al momento conferiti) coprirà circa 6.600 kmq, per uno sviluppo di circa 4.300 km di linee sismiche 2D. I tempi di realizzazione complessivi sono di circa 50 giorni, con condizioni meteo favorevoli.

Le caratteristiche della sorgente acustica, il tipo di segnale, ed in definitiva tutti i parametri operativi verranno mantenuti costanti all’interno di tutta l’area: la caratterizzazione acustica descritta nel presente studio può essere considerata valida per tutta la campagna complessiva.

Le misure di mitigazione descritte (soft start, osservatori a bordo, pre-survey) verranno estese, parimenti, a tutta la campagna.

Al fine di minimizzare l'impatto complessivo dell'attività di rilevamento sismico, questa verrà condotta impiegando una unica nave sismica, e quindi di un unico array di airgun: con tale configurazione operativa non si avrà quindi la presenza contemporanea di più unità di rilevamento sismico.

Il livello acustico riscontrabile in un punto qualsiasi non sarà mai superiore a quello generato da un singolo array di air-gun. Il livello acustico non si andrà a sommare con altre fonti acustiche dello stesso tipo nella stessa area o in aree limitrofe.

Inoltre, al fine di minimizzare l'interferenza con le attività di pesca durante lo svolgimento della campagna, verranno fornite alle autorità e a chi ne abbia interesse, con adeguato preavviso, l'esatta ubicazione della nave sismica e la porzione di area in cui giorno per giorno si andrà ad operare.

E' possibile pertanto considerare trascurabile l'impatto del programma unitario di acquisizione sismica.

2.10. *Analisi dell'impatto cumulato con altre attività nell'area*

Nel presente paragrafo si vuole analizzare l'eventuale impatto cumulato determinato dalla sovrapposizione o interferenza di più attività presenti nella medesima area.

In adiacenza ai permessi della Northern Petroleum denominati F.R39.NP e F.R40.NP è presente la concessione di coltivazione denominata F.C2.AG dell'Eni. Al momento non sono previste attività da parte dell'Eni all'interno della concessione.

Al fine di evitare possibili effetti cumulati, la campagna di acquisizione sismica in progetto verrà pianificata tenendo conto delle eventuali future attività dell'Eni nella sua concessione, evitando che le attività si svolgano nella medesima finestra temporale.

Non si è a conoscenza di ulteriori possibili attività nell'area che possano produrre effetti cumulabili con quelli della campagna di acquisizione sismica. In ogni caso, la breve durata della campagna (50 giorni circa) consente una agevole pianificazione volta ad evitare ogni sovrapposizione che possa produrre effetti cumulati.

In definitiva, l'impatto cumulato si può ritenere al momento nullo.

3. Quadro ambientale

3.1. *Regimi vincolistici dell'area*

3.1.1. Zone con limitazioni all'attività di ricerca idrocarburi (D.Lgs 128/2010)

L'area ricade solo molto marginalmente all'interno della fascia di rispetto di 12 miglia nautiche oltre il perimetro delle aree marine e costiere tutelate, ai sensi del D.Lgs 128/2010, per una superficie di 2.8 kmq su 733.5 kmq (circa 0,4%), e ricade completamente al di fuori della fascia di rispetto di 5 miglia nautiche dalla linea di base.

3.1.2. Zone marine di tutela biologica (L. 963/65, DM 16/6/1998)

L'area non rientra in nessuna zona di tutela biologica

3.1.3. Zone marine di ripopolamento (L. 41/82)

L'area non rientra in nessuna zona marina per il ripopolamento

3.1.4. Aree marine protette (L. 979/82, L. 394/91)

L'area non rientra in nessuna area marina protetta

3.1.5. Zone archeologiche marine (D.Lgs. 42/2004, ex L. 1089/39)

L'area non rientra nelle zone archeologiche marine tutelate

3.2. Condizioni meteo-oceanografiche

I dati inerenti le condizioni meteo-oceanografiche dell'area presa in esame si riferiscono a acquisizioni sul campo effettuate dal Servizio Mareografico dell'APAT (Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e dei servizi Tecnici) che attraverso la Rete Mareografica Nazionale (RMN) e la Rete Ondametrica Nazionale (RNO) è presente lungo tutto il territorio nazionale.

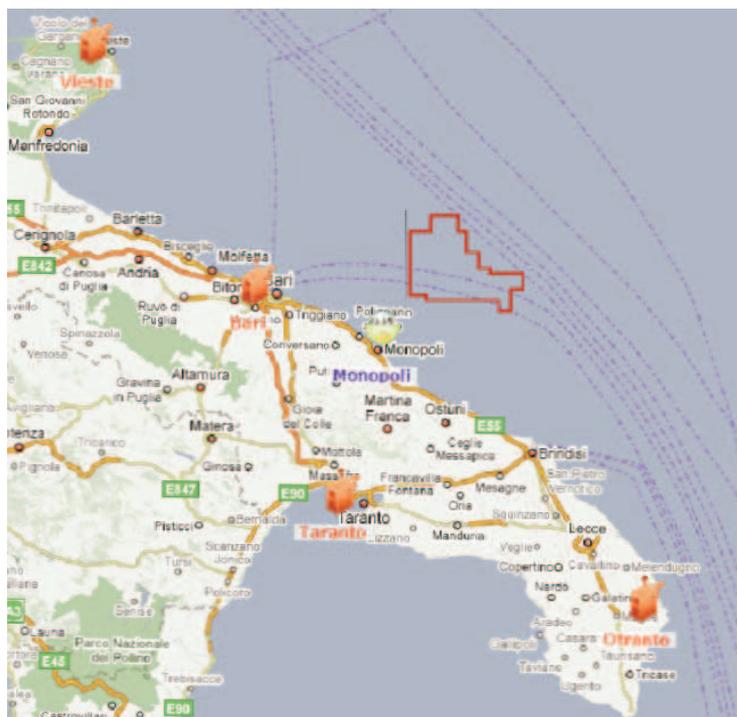


Figura 3.1 – Ubicazione stazioni di misura

In particolar modo sono stati analizzati i dati rilevati dalla stazione di Bari (RMN) per i dati anemometrici e quelli rilevati dalla boa di Monopoli (RNO) per l'analisi del moto ondoso

La stazione di Bari ($41^{\circ} 08' 13''$ N ; $16^{\circ} 51' 41''$ E) è ubicata nel Porto Traghetti al molo 12. La strumentazione è contenuta in una costruzione in cemento armato di forma cilindrica di diametro 200 cm. e di altezza di 290 cm. con porta in alluminio di 90×200 cm.

Per quanto riguarda la Rete Ondametrica Nazionale ogni boa, ancorata su fondali dell'ordine di 100 metri, segue il movimento della superficie dell'acqua e permette di determinare l'altezza e la direzione delle onde. Gli strumenti sono dotati di un sistema di localizzazione che utilizza il satellite ARGOS per il controllo continuo della posizione. La Boa considerata è quella di Monopoli ($40^{\circ} 58' 30.0''$ N $17^{\circ} 22' 36.1''$ E).

3.2.1. Analisi dei venti

Dall'analisi dei dati disponibili risulta che nel periodo compreso da gennaio 2005 a dicembre 2009 si è assistito al 2% di calme e ad una prevalenza dei venti provenienti dai quadranti SSW ($180^{\circ} - 210^{\circ}$,

– fig.3.2) con velocità media di 4,15 nodi (fig. 3.3) e valori massimi che nel gennaio del 2007 hanno raggiunto quasi i 20 nodi.

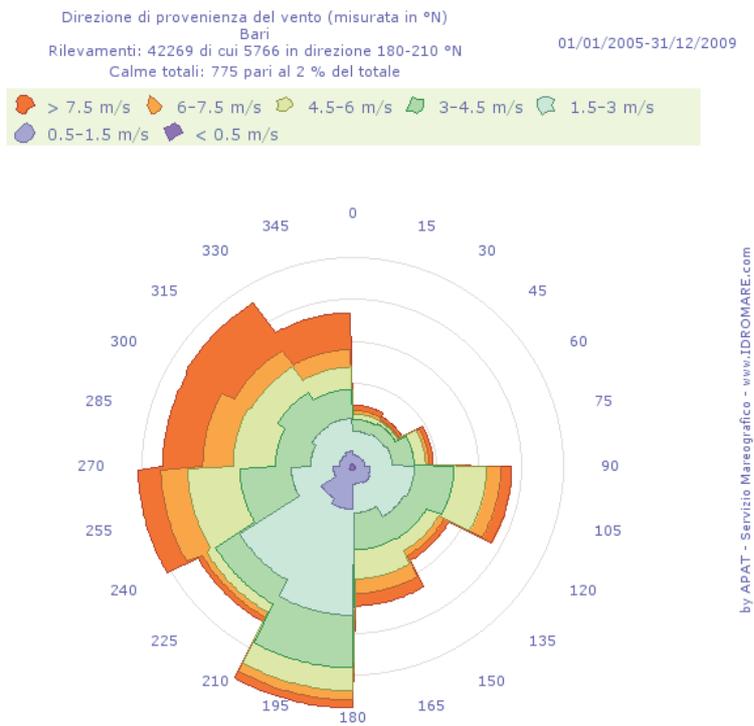


Figura 3.2 –Rosa dei venti - gennaio 2005- dicembre 2009. Stazione di Bari

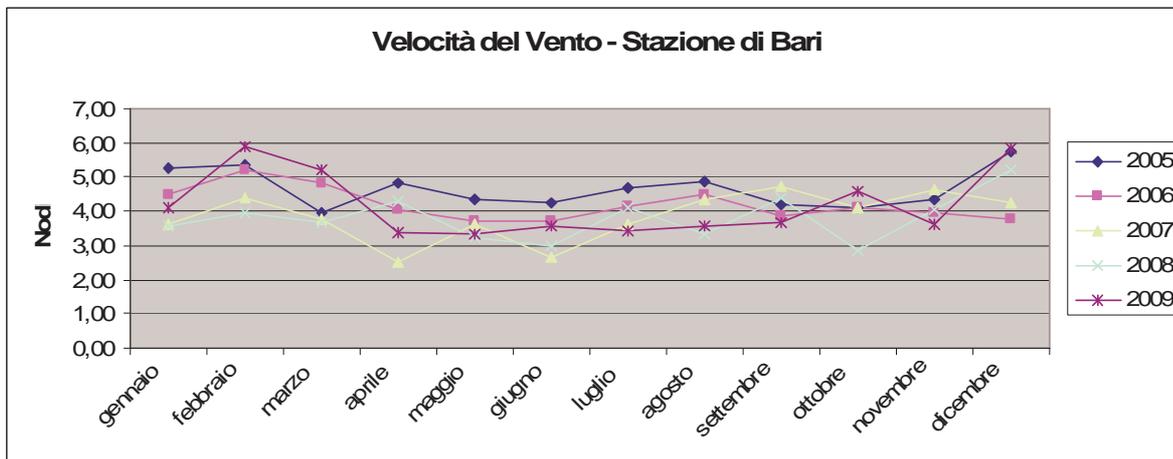


Figura 3.3 – Andamento del valor medio della velocità del vento (espresso in nodi) da gennaio 2005 a dicembre 2009 – Stazione di Bari

**FREQUENZA MENSILE DELLA VELOCITA' DEL VENTO DA GENNAIO 2005 A DICEMBRE 2009
STAZIONE DI BARI**

MESE	MAX	MEDIA	MESE	MAX	MEDIA	MESE	MAX	MEDIA
gennaio-05	14,19	5,29	gennaio-07	19,80	3,63	gennaio-09	12,30	4,12
febbraio-05	14,80	5,35	febbraio-07	17,50	4,40	febbraio-09	16,10	5,91
marzo-05	12,39	3,98	marzo-07	12,20	3,75	marzo-09	15,60	5,21
aprile-05	13,00	4,84	aprile-07	12,20	2,49	aprile-09	13,40	3,36
maggio-05	15,39	4,37	maggio-07	10,40	3,63	maggio-09	15,30	3,32
giugno-05	15,99	4,23	giugno-07	10,10	2,65	giugno-09	12,10	3,57
luglio-05	16,69	4,66	luglio-07	14,80	3,64	luglio-09	14,60	3,45
agosto-05	16,30	4,88	agosto-07	13,80	4,35	agosto-09	12,00	3,59
settembre-05	12,50	4,20	settembre-07	13,50	4,75	settembre-09	12,50	3,68
ottobre-05	15,29	4,09	ottobre-07	14,50	4,08	ottobre-09	19,40	4,61
novembre-05	14,89	4,36	novembre-07	17,00	4,63	novembre-09	13,40	3,62
dicembre-05	15,99	5,77	dicembre-07	12,30	4,23	dicembre-09	12,70	5,84
gennaio-06	11,50	4,50	gennaio-08	15,30	3,56			
febbraio-06	17,20	5,24	febbraio-08	14,90	3,97			
marzo-06	15,50	4,81	marzo-08	13,00	3,67			
aprile-06	13,50	4,06	aprile-08	15,20	4,31			
maggio-06	12,80	3,70	maggio-08	9,00	3,24			
giugno-06	10,90	3,73	giugno-08	10,20	2,97			
luglio-06	12,00	4,15	luglio-08	14,40	4,09			
agosto-06	14,80	4,50	agosto-08	10,80	3,32			
settembre-06	11,00	3,85	settembre-08	14,70	4,39			
ottobre-06	13,00	4,08	ottobre-08	10,10	2,87			
novembre-06	15,17	3,96	novembre-08	15,50	4,05			
dicembre-06	11,70	3,78	dicembre-08	15,60	5,21			

Tabella 3.1: Frequenza mensile della velocità del vento, espressa in nodi. Stazione di Bari

FREQUENZA MENSILE DELL'ANDAMENTO DEI VENTI DA GENNAIO 2005 A DICEMBRE 2009 - STAZIONE DI BARI												
MESE	Direzione di provenienza dei venti (°N)											
	1-30	30-60	60-90	90-120	120-150	150-180	180-210	210-270	240-270	270-300	300-330	330-360
gen-05	0,05	0,02	0,01	0,04	0,03	0,04	0,07	0,17	0,26	0,14	0,08	0,09
feb-05	0,02	0,01	0,01	0,03	0,04	0,09	0,10	0,13	0,17	0,10	0,07	0,12
mar-05	0,03	0,03	0,04	0,08	0,05	0,11	0,12	0,11	0,13	0,13	0,11	0,07
apr-05	0,02	0,02	0,06	0,11	0,12	0,14	0,10	0,12	0,09	0,08	0,07	0,04
mag-05	0,03	0,04	0,08	0,13	0,03	0,04	0,09	0,11	0,06	0,13	0,18	0,07
giu-05	0,02	0,02	0,06	0,12	0,04	0,03	0,06	0,09	0,12	0,13	0,17	0,10
lug-05	0,04	0,04	0,08	0,15	0,03	0,02	0,07	0,09	0,11	0,12	0,16	0,09
ago-05	0,05	0,04	0,07	0,13	0,04	0,03	0,07	0,10	0,11	0,11	0,15	0,10
set-05	0,04	0,03	0,04	0,06	0,04	0,06	0,10	0,11	0,13	0,11	0,11	0,14
ott-05	0,06	0,05	0,04	0,06	0,11	0,10	0,08	0,11	0,12	0,07	0,10	0,10
nov-05	0,02	0,04	0,05	0,05	0,10	0,11	0,16	0,14	0,13	0,04	0,07	0,07
dic-05	0,03	0,03	0,02	0,04	0,03	0,16	0,15	0,11	0,14	0,12	0,05	0,07
gen-06	0,03	0,07	0,04	0,09	0,08	0,06	0,09	0,16	0,19	0,11	0,05	0,04
feb-06	0,02	0,01	0,02	0,06	0,05	0,10	0,15	0,11	0,09	0,07	0,08	0,13
mar-06	0,01	0,02	0,03	0,10	0,06	0,11	0,13	0,10	0,14	0,14	0,09	0,07
apr-06	0,02	0,02	0,05	0,15	0,07	0,12	0,11	0,07	0,09	0,12	0,09	0,05
mag-06	0,04	0,04	0,09	0,13	0,04	0,05	0,12	0,14	0,08	0,10	0,12	0,07
giu-06	0,02	0,04	0,08	0,12	0,03	0,02	0,08	0,10	0,14	0,13	0,13	0,07
lug-06	0,05	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,04	0,08	0,12	0,17	0,22	0,20
ago-06	0,05	0,04	0,08	0,13	0,04	0,03	0,15	0,15	0,12	0,07	0,09	0,07
set-06	0,05	0,03	0,04	0,08	0,17	0,07	0,08	0,09	0,10	0,07	0,10	0,11
ott-06	0,10	0,07	0,02	0,08	0,20	0,04	0,02	0,01	0,01	0,02	0,19	0,21
nov-06	0,08	0,08	0,03	0,15	0,19	0,04	0,03	0,03	0,01	0,02	0,14	0,14
dic-06	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,07	0,12	0,13	0,18	0,10	0,10	0,06
gen-07	0,02	0,01	0,02	0,06	0,05	0,12	0,31	0,10	0,07	0,08	0,08	0,06
feb-07	0,06	0,03	0,06	0,07	0,05	0,11	0,11	0,07	0,09	0,09	0,09	0,07
mar-07	0,02	0,02	0,05	0,09	0,06	0,14	0,16	0,11	0,13	0,12	0,06	0,03
apr-07	0,03	0,06	0,11	0,10	0,05	0,02	0,15	0,14	0,06	0,09	0,08	0,07
mag-07	0,02	0,04	0,08	0,07	0,05	0,07	0,13	0,09	0,12	0,10	0,09	0,06
giu-07	0,04	0,05	0,09	0,12	0,02	0,02	0,08	0,08	0,06	0,07	0,10	0,05
lug-07	0,04	0,04	0,06	0,12	0,03	0,02	0,12	0,10	0,14	0,11	0,14	0,07
ago-07	0,02	0,03	0,07	0,09	0,02	0,03	0,08	0,07	0,08	0,06	0,13	0,06
set-07	0,03	0,02	0,02	0,08	0,04	0,04	0,14	0,09	0,08	0,05	0,16	0,10
ott-07	0,03	0,03	0,04	0,08	0,05	0,03	0,13	0,09	0,14	0,09	0,15	0,14
nov-07	0,03	0,02	0,01	0,04	0,05	0,12	0,13	0,10	0,24	0,09	0,08	0,07
dic-07	0,03	0,01	0,02	0,02	0,03	0,06	0,14	0,16	0,23	0,17	0,06	0,07
gen-08	0,02	0,01	0,03	0,09	0,06	0,12	0,16	0,09	0,16	0,12	0,05	0,03
feb-08	0,04	0,04	0,04	0,03	0,02	0,09	0,12	0,12	0,14	0,11	0,06	0,10
mar-08	0,02	0,02	0,04	0,10	0,04	0,14	0,15	0,08	0,11	0,08	0,04	0,02
apr-08	0,02	0,02	0,03	0,07	0,05	0,15	0,13	0,10	0,14	0,11	0,11	0,03
mag-08	0,02	0,03	0,08	0,17	0,09	0,12	0,12	0,04	0,06	0,07	0,08	0,05
giu-08	0,07	0,06	0,04	0,05	0,02	0,04	0,10	0,10	0,10	0,13	0,12	0,12
lug-08	0,05	0,03	0,04	0,11	0,03	0,04	0,07	0,09	0,08	0,12	0,18	0,10
ago-08	0,06	0,04	0,04	0,09	0,02	0,03	0,11	0,11	0,11	0,11	0,16	0,14
set-08	0,02	0,03	0,05	0,08	0,04	0,08	0,10	0,07	0,18	0,08	0,13	0,10
ott-08	0,03	0,02	0,05	0,06	0,07	0,10	0,21	0,11	0,04	0,04	0,05	0,05
nov-08	0,02	0,02	0,03	0,07	0,14	0,13	0,14	0,09	0,11	0,06	0,07	0,05

dic-08	0,01	0,01	0,01	0,07	0,16	0,11	0,08	0,08	0,13	0,10	0,06	0,05
gen-09	0,01	0,00	0,02	0,07	0,08	0,13	0,09	0,06	0,17	0,19	0,03	0,01
feb-09	0,03	0,01	0,01	0,04	0,06	0,11	0,12	0,07	0,13	0,13	0,10	0,10
mar-09	0,02	0,04	0,03	0,10	0,09	0,16	0,15	0,05	0,06	0,10	0,12	0,08
apr-09	0,04	0,04	0,06	0,22	0,08	0,07	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08	0,07
mag-09	0,02	0,02	0,06	0,11	0,04	0,06	0,11	0,08	0,13	0,15	0,15	0,06
giu-09	0,04	0,04	0,08	0,10	0,04	0,06	0,09	0,09	0,13	0,08	0,09	0,10
lug-09	0,05	0,04	0,05	0,10	0,02	0,01	0,11	0,09	0,13	0,15	0,16	0,10
ago-09	0,03	0,05	0,06	0,07	0,03	0,04	0,09	0,09	0,07	0,10	0,16	0,11
set-09	0,05	0,05	0,06	0,07	0,05	0,05	0,16	0,08	0,09	0,06	0,10	0,11
ott-09	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,91	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
nov-09	0,01	0,01	0,01	0,05	0,07	0,09	0,27	0,13	0,09	0,11	0,05	0,02
dic-09	0,01	0,00	0,01	0,03	0,07	0,15	0,14	0,07	0,12	0,22	0,04	0,04

Tabella 3.2: Frequenza mensile della direzione di provenienza del vento. Stazione di Bari

3.2.2. Analisi delle condizioni del mare

Per quanto riguarda l'analisi ondometrica i dati si riferiscono alla boa posizionata al largo di Monopoli. Il moto ondoso proviene prevalentemente dai quadranti 90-120 e 330-360 (fig 3.4). Nel periodo compreso dal 1° gennaio 2005 al 31 marzo 2008 si sono registrati il 16% delle calme totali.

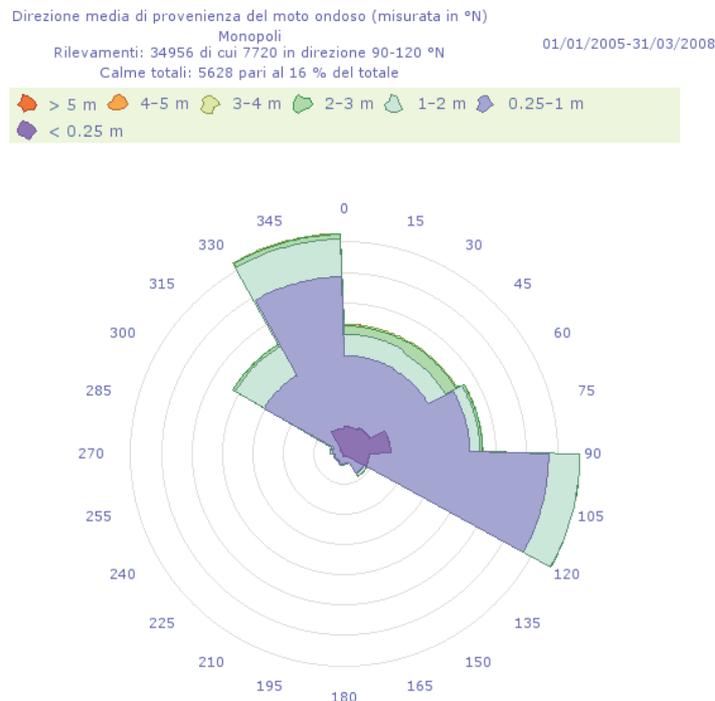


Figura 3.4 – Rosa dei Venti del moto ondoso da gennaio 2005 a marzo 2008 - Boa di Monopoli

Dai dati raccolti dalla stessa boa sono stati estrapolati quelli riguardanti lo stato del mare. I dati si riferiscono all'altezza delle onde, espressa in metri, rilevata. L'onda più alta è stata registrata nel

gennaio del 2007 con una rilevazione di 8,97 m. I valori medi mensili registrati sono riportati di seguito (fig. 3.5).

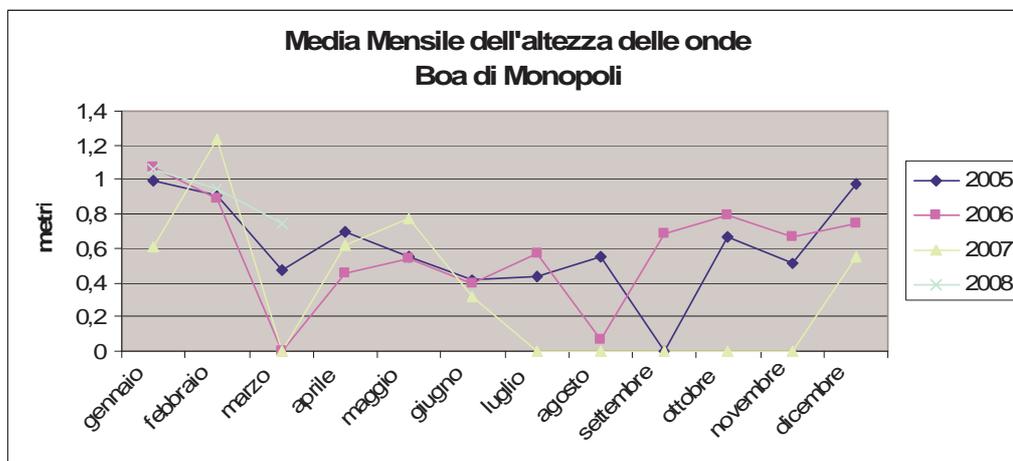


Figura 3.5 –Andamento della media mensile dell'altezza delle onde (espressa in m)da gennaio 2005 a marzo 2008 – Boa di Monopoli. I valori zero sono dovuti ad assenza di rilevazioni

-07												
dicembre-07	0,03	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,02
gennaio-08	0,06	0,07	0,06	0,12	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,08	0,20
febbraio-08	0,10	0,28	0,19	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,11	0,30
marzo-08	0,06	0,08	0,11	0,47	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,11

Tabella 3.3: Frequenza mensile della direzione di provenienza delle onde. Stazione di Monopoli. In evidenza le direzioni maggiori per mese

ANALISI DELL'ALTEZZA DELLE ONDE DA GENNAIO 2005 A MARZO 2008			
BOA DI MONOPOLI			
	min	max	media
gennaio-05	0,23	3,06	0,99
febbraio-05	0,21	3,24	0,91
marzo-05	0,11	1,3	0,47
aprile-05	0,08	2,57	0,7
maggio-05	0,06	2,67	0,55
giugno-05	0,09	1,26	0,42
luglio-05	0,1	2,54	0,43
agosto-05	0,13	2,47	0,55
settembre-05	n.d.	n.d.	n.d.
ottobre-05	0,16	2,6	0,67
novembre-05	0,08	1,22	0,51
dicembre-05	0,19	4,07	0,98
gennaio-06	0,22	3,77	1,07
febbraio-06	0,18	3,57	0,89
marzo-06	n.d.	n.d.	n.d.
aprile-06	0,07	2,06	0,45
maggio-06	0,09	2,32	0,54
giugno-06	0,07	1,65	0,4
luglio-06	0,11	2	0,57
agosto-06	0,07	2,2	0,07
settembre-06	0,11	2,99	0,69
ottobre-06	0,1	2,99	0,79
novembre-06	0,07	3,25	0,67
dicembre-06	0,11	3,04	0,74
gennaio-07	0,08	3,8	0,61
febbraio-07	0,17	3,21	1,24
marzo-07	n.d.	n.d.	n.d.
aprile-07	0,06	3,37	0,62
maggio-07	0,07	2,3	0,77
giugno-07	0,06	1,17	0,32
luglio-07	n.d.	n.d.	n.d.
agosto-07	n.d.	n.d.	n.d.
settembre-07	n.d.	n.d.	n.d.
ottobre-07	n.d.	n.d.	n.d.
novembre-07	n.d.	n.d.	n.d.
dicembre-07	0,1	3,82	0,55
gennaio-08	0,1	8,97	1,06
febbraio-08	0,07	3,89	0,95
marzo-08	0,2	2,02	0,74

Tabella 3.4: Analisi mensile dell'altezza delle onde. Stazione di Monopoli

3.2.3. Circolazione

Il mare Adriatico è un bacino allungato con l'asse maggiore orientata in direzione NW-SE. L'intero bacino è suddiviso in 3 sottobacini:

- Alto Adriatico: dalle coste venete e friulane fino alla linea che congiunge fra le due coste Ancona e Zara. Caratterizzato da fondali poco profondi
- Medio Adriatico: dalla linea Ancona Zara al promontorio del Gargano all'isola di Lastovo. caratterizzato da depressione medio-profonde (Fossa di Pomo)
- Basso Adriatico: dal Gargano al canale d'Otranto ha le caratteristiche di mare aperto. Si raggiungono le profondità di 1200 m nella Fossa Adriatica.

L'area di nostra interesse rientra totalmente nel sottobacino del Basso Adriatico.

Nonostante sia un mare poco profondo e chiuso la circolazione delle masse d'acqua è abbastanza complessa.

Attraverso il Po riceve il più importante afflusso di acque dolci del Mediterraneo e sempre nel bacino settentrionale a causa del raffreddamento repentino delle acque nella stagione fredda si determina un corpo d'acqua più denso che scorre verso sud, costeggiando la parte occidentale italiana (Adriatic Deep Water - ADP). Altra acqua superficiale giunge dal Mediterraneo orientale. Le acque della corrente levantina (acque di profondità intermedia) raggiungono il basso adriatico attraverso il Canale d'Otranto e lambendo le coste slave si dirigono verso nord.

La circolazione generale risulta quindi in senso antiorario: acque provenienti da sud risalgono dalla costa orientale verso nord e discendono da nord a sud lungo quella occidentale. Correnti cicloniche si formano in ognuno dei tre bacini ma variano di intensità con le stagioni e con gli apporti variabili di acque dolci costiere (*fig. 3.6*).

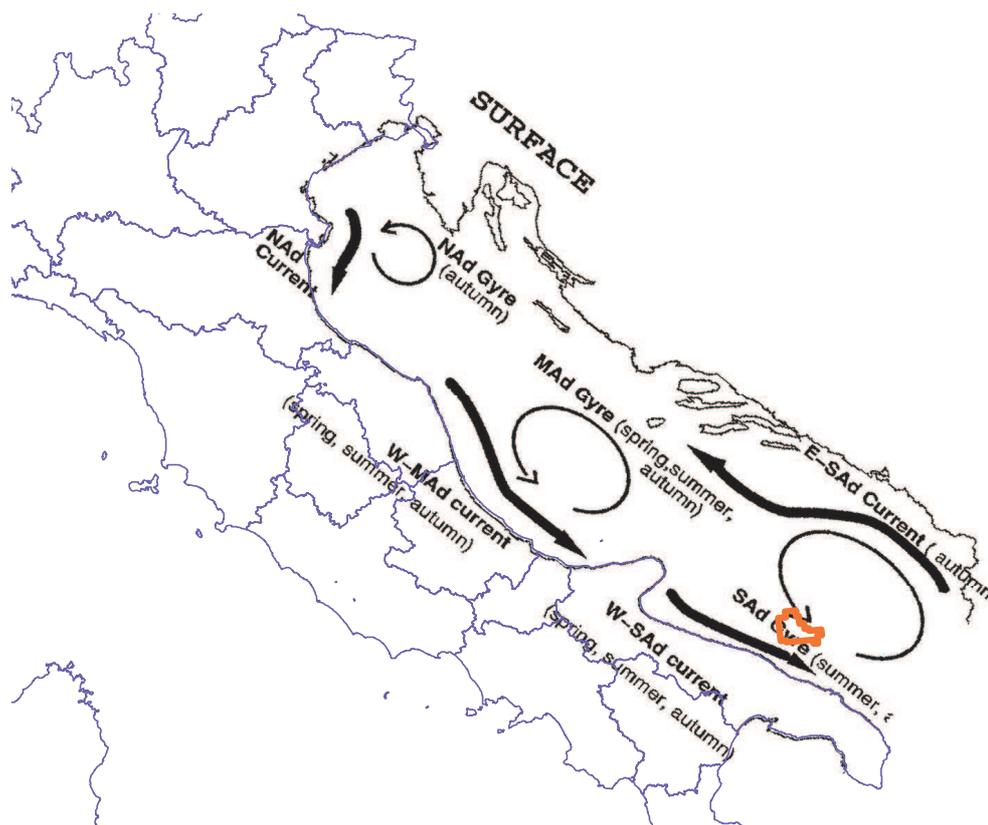


Figura 3.6 – Circolazione Mare Adriatico . Artegiani et al 1997

3.2.4. Temperatura

Le cartine riportate (fig. 3.7) in mostrano i valori medi statistici della temperatura superficiale del mare durante le quattro stagioni. Da esse si nota come la temperatura del mare nella zona considerata, raggiunga in inverno valori attorno a 14°C, che sono notevolmente inferiori, come in tutto l’Adriatico, a quelli degli altri bacini del Mediterraneo, a causa del modesto spessore della massa d’acqua, maggiormente influenzata dalle variazioni della temperatura dell’aria. In estate i valori salgono tra 23,5-24°C. (Artegiani et al 1997)