




**Permessi di prospezione
«d 1 B.P-.SP» e «d 1 F.P-.SP»**

Spectrum Geo Ltd.

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE**

SIA – Quadro di riferimento ambientale	SIA-AMB-001	Rev. 0
Elaborato: Ing. Federico Rossi	Data: 30-07-2011	Firma 
Verificato: Dott. Lanfranco Lodi	Data: 02-08-2011	Firma 
Approvato: David Rowlands	Data: 04-08-2011	Firma 

Indice

1. INTRODUZIONE	4
1.1 SCOPO E STRUTTURA DEL DOCUMENTO.....	4
1.2 PROFILO DELLA SOCIETÀ PROPONENTE	6
1.3 INQUADRAMENTO GENERALE DEL PROGETTO	10
1.4 OBIETTIVI E FINALITÀ DEL PROGETTO	12
2. QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE	21
2.1 AMBITO TERRITORIALE E SISTEMI AMBIENTALI INTERESSATI DALLE ATTIVITA' DI PROSPEZIONE.....	21
2.2 CARATTERIZZAZIONE DELLE COMPONENTI E FATTORI AMBIENTALI ANTE OPERAM.....	22
2.2.1 <i>ATMOSFERA - CARATTERISTICHE METEO-CLIMATICHE E METEO-MARINE</i>	22
2.2.2 <i>SUOLO E SOTTOSUOLO</i>	30
2.2.2.1 Inquadramento geologico-strutturale e stratigrafico dell'Adriatico.....	30
2.2.2.2 Morfologia dei fondali e batimetria.....	39
2.2.3 <i>AMBIENTE MARINO</i>	47
2.2.3.1 Caratteristiche fisico - chimiche	47
2.2.3.2 Ecosistemi, Flora, Vegetazione, Fauna	70
2.2.4 <i>RUMORE E VIBRAZIONI</i>	115
2.2.4.1 Normativa di riferimento	116
2.2.4.2 Caratteristiche del rumore subacqueo.....	119
2.2.4.3 Stato attuale: le sorgenti di rumore marittimo nell'Adriatico	123
2.2.5 <i>SALUTE PUBBLICA</i>	131
2.2.6 <i>RADIAZIONI IONIZZANTI E NON IONIZZANTI</i>	132
2.2.7 <i>PAESAGGIO</i>	132
2.2.8 <i>AMBIENTE ANTROPICO</i>	133
2.2.8.1 Pesca.....	133
2.3 STIMA DEGLI IMPATTI AMBIENTALI.....	150
2.3.1 <i>ATMOSFERA</i>	152
2.3.2 <i>SUOLO E SOTTOSUOLO</i>	153
2.3.3 <i>AMBIENTE MARINO</i>	153
2.3.3.1 Caratteristiche fisico - chimiche	153
2.3.3.2 Ecosistemi, Flora , Vegetazione, Fauna	154
2.3.4 <i>RUMORE E VIBRAZIONI</i>	172
2.3.4.1 Effetti delle indagini geosismiche sull'ecosistema.....	172
2.3.4.2 Risultati del modello e previsione degli impatti.....	183
2.3.4.3 Risultati dell'applicazione del modello	202
2.3.5 <i>SALUTE PUBBLICA</i>	203
2.3.6 <i>RADIAZIONI IONIZZANTI E NON IONIZZANTI</i>	203
2.3.7 <i>PAESAGGIO</i>	203
2.3.8 <i>AMBIENTE ANTROPICO</i>	204
2.3.8.1 Pesca.....	204
2.4 MONITORAGGI AMBIENTALI	205
BIBLIOGRAFIA	207

ELABORATI CARTOGRAFICI

- Tav. 1 - Inquadramento generale delle aree di progetto - Scala 1:3.500.000
- Tav. 2 - Aree naturali protette marino-costiere. Permesso di prospezione "d 1 B.P-.SP" - Scala 1:1.000.000
- Tav. 3 - Aree naturali protette marino-costiere. Permesso di prospezione "d 1 FP-.SP" - Scala 1:1.000.000
- Tav. 4 - Riserva naturale marina "Isole Tremiti" - Scala 1:500.000
- Tav. 5 - Zone di Tutela Biologica istituite ai sensi della Legge 963/1965 - Scala 1:2.500.000
- Tav. 6 - Permesso di prospezione "d 1 B.P-.SP". Piano di posizione delle linee sismiche - Scala 1:1.000.000
- Tav. 7 - Permesso di prospezione "d 1 F.P-.SP". Piano di posizione delle linee sismiche - Scala 1:1.000.000

1. Introduzione

1.1 Scopo e struttura del documento

Il presente documento costituisce il Quadro di riferimento Ambientale dello Studio di Impatto Ambientale del Progetto "Permessi di prospezione d 1 B.P-.SP e d 1 F.P-.SP" proposto dalla Società Spectrum Geo Ltd. redatto ai sensi dell'art. 22 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. ed allegato all'istanza di VIA presentata al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, ai sensi dell'art. 23 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.

Nelle more dell'emanazione di nuove norme tecniche in materia di valutazione ambientale, il presente documento è stato predisposto secondo quanto previsto dal DPCM 27.12.1988 recante norme tecniche per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale, tutt'ora in vigore ai sensi dell' art. 34, comma 1 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i..

Il Quadro di Riferimento Ambientale individua l'area di studio e descrive lo stato attuale delle componenti ambientali potenzialmente interessate sia direttamente che indirettamente dall'attuazione del progetto, evidenziando eventuale criticità ambientali preesistenti all'intervento, al fine di stimare qualitativamente e quantitativamente gli impatti indotti sulle diverse componenti ambientali e sulle relative interazioni tra essi, sia a breve che a lungo termine, individuando le misure previste per il monitoraggio ambientale in termini di strumenti, modalità operative e tempistica.

Nell'ambito del Quadro di riferimento Ambientale è inoltre illustrata la normativa di settore di livello internazionale, nazionale e locale, ove pertinente, presa a riferimento per le analisi e le valutazioni effettuate.

Il Quadro di Riferimento Ambientale è articolato secondo le componenti e fattori ambientali individuati nell'Allegato I del DPCM 27.12.1988 sebbene la loro trattazione è stata necessariamente adeguata alle peculiarità del contesto territoriale e ambientale interessato dal progetto (ambiente marino offshore) e del progetto stesso che non è finalizzato alla realizzazione di un'opera, non prevede attività di cantiere e di dismissione, ma si sostanzia in indagini con metodi geofisici, di durata limitata nel tempo, finalizzate alla caratterizzazione dell'assetto geologico strutturale del Mare Adriatico centro meridionale.

Tutte le componenti e fattori ambientali previste nell'Allegato I del DPCM 27.12.1988 sono stati comunque trattati nell'approccio sopra descritto e quindi con diversi livelli di approfondimento relazionati alla tipologia di intervento e alle potenziali interferenze con le azioni di progetto; tale impostazione è stata seguita sia per la caratterizzazione dello stato dell'ambiente nella condizione che precede l'attuazione delle indagini in progetto che per la stima degli effetti/impatti ambientali.

Poiché il sistema ambientale, naturale e antropico, in cui si inseriscono le indagini in progetto è rappresentato dall'ambiente marino, la trattazione ante e post operam si è incentrata sulle componenti abiotiche e biotiche (ecosistemi, flora, fauna, vegetazione) che lo caratterizzano come risorsa sia in termini di biodiversità (habitat e specie tutelati) che di produttività (pesca).

Secondo quanto previsto dal DPCM 27.12.1988 (art. 5, lettera e) e dal D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. (art. 22, comma 3, lettera e) nel Quadro di riferimento Ambientale vengono descritti i monitoraggi ambientali che verranno effettuati nel corso dei rilievi geofisici finalizzati al controllo sistematico e continuativo della presenza di specie "target" (cetacei e tartarughe marine) nell'area vasta di progetto. Al pari delle mitigazioni ambientali descritte nel Quadro di riferimento Progettuale, i monitoraggi previsti rappresentano parte integrante del progetto proposto; i risultati saranno messi a disposizione dell'Autorità Competente (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare) al termine delle attività di progetto.

Per consentire un efficace riscontro con quanto documentato nello Studio di Impatto Ambientale il testo è corredato dai riferimenti bibliografici utilizzati per la trattazione degli aspetti ambientali comprendenti pubblicazioni, rapporti e banche dati prodotti dalle competenti Autorità centrali e locali (principalmente Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – Direzione per la Protezione della Natura e Ministero delle Politiche Agricole e Forestali), da Enti pubblici e privati operanti a livello nazionale ed internazionale nel campo della ricerca applicata al mare ed alla tutela delle sue risorse (Istituto Superiore Per la Ricerca Ambientale - ISPRA, Istituto di Scienze MARine - CNR ISMAR, Società Italiana di Biologia Marina - SIBM, Food and Agricultural Organization - FAO, International Union for Conservation of Nature - IUCN, International Fund for Animal Welfare - IFAW, U.S. Marine Mammal Commission - MMC, U.K. Joint Nature Conservation Committee - JNCC, ecc.).

A corredo dello Studio di Impatto Ambientale sono state realizzate cartografie tematiche di inquadramento e di dettaglio su alcuni specifici aspetti elaborate in ambiente GIS utilizzando dati vettoriali prodotti dalla Società SPECTRUM (dati di progetto) e resi disponibili dalle competenti Autorità centrali (Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – Direzione per la Protezione della Natura, Geoportale Nazionale, Ministero dello Sviluppo Economico); alcuni dati, non disponibili in formato vettoriale, sono stati elaborati in base a fonti ufficiali (decreti e altri atti normativi di settore).

1.2 Profilo della società proponente

La società Spectrum Geo Limited (Gruppo Spectrum ASA) svolge attività di servizi geofisici da oltre 25 anni ed è una delle maggiori società contrattiste internazionali che operano in mare per l’acquisizione, il trattamento e l’interpretazione di dati geofisici. La società si propone come un fornitore di servizi Multi-Client di livello mondiale, specializzato nell’elaborazione e l’interpretazione di dati geofisici in aree geologicamente complesse e caratterizzate da un basso responso sismico¹.

Gli uffici principali si trovano a Woking, nel Surrey (Regno Unito) a sud ovest di Londra e a Oslo in Norvegia dove, dal 2008, il Gruppo Spectrum ASA è quotato alla borsa locale (Oslo Axess Stock Exchange).

Nel resto del mondo, il Gruppo Spectrum è inoltre presente con i suoi uffici operativi al Cairo in Egitto, a Houston in USA, a Pechino in China, a Jakarta in Indonesia, a Perth in Australia ed a Singapore.

La Spectrum fornisce servizi di Seismic Imaging, di Marine Acquisition e Multi – Client per l’industria petrolifera in generale e per istituti di ricerca pubblici e privati.

Seismic Imaging²

La definizione “Seismic Imaging” può essere tradotta in italiano con “resa dell’immagine sismica”. Ossia, il processo di elaborazione dei dati (Processing) attraverso l’uso di moderni programmi e tecniche di trattamento al fine di produrre “un’immagine sismica” di qualità del sottosuolo interessato dal rilievo sismico, anche se relativo ad aree caratterizzate da un responso sismico di bassa qualità.

¹ <http://www.spectrumasa.com/about/corporate-vision-mission>

² <http://www.spectrumasa.com/services/seismic-imaging>

Queste attività sono svolte dai geofisici della Spectrum, i quali elaborano presso i propri centri di calcolo in UK e presso tutte le sedi periferiche, dati sismici registrati in 2 e 3 dimensioni (2D e 3D) provenienti da tutte le aree del mondo, sia a terra che in mare, utilizzando tecniche di processing moderne e innovative, applicabili sia a dati nel dominio dei tempi che in quello delle profondità.

Marine Acquisition³

Il servizio di acquisizione marina comprende l'esecuzione di campagne di registrazione di dati geofisici marini in 2D e 3D attraverso l'impiego della nave di cui Spectrum è proprietaria, la GGS Atlantic. Questo mezzo navale di 52 m di lunghezza e 12,5 m di larghezza per una stazza lorda pari a 1151 GT (Gross Tonnage), è progettato per operare in sicurezza in tutti i mari del globo.

La GGS Atlantic, ha registrato dati di alta qualità in campagne eseguite per diversi clienti nella acque di Trinidad e Tobago, Colombia, Golfo del Messico, India, Africa orientale e Medio Oriente.

Multi-Client⁴

I servizi Multi-Client si distinguono per avere un carattere di non esclusività, ossia sono realizzati sulla base di un progetto elaborato dalla Spectrum per la valorizzazione di nuovi bacini sedimentari o la rivalutazione di bacini sedimentari già oggetto di attività di ricerca e produzione di idrocarburi al fine di essere quindi resi disponibili ai clienti interessati.

In generale, i servizi Multi-Client comprendono diverse fasi che vanno dalla rielaborazione di dati geofisici eventualmente preesistenti (reprocessing), all'acquisizione di nuovi dati geofisici e relativa elaborazione, fino all'interpretazione dei dati geofisici e geologici, eseguita da esperti geofisici e tecnologi, per la predisposizione di rapporti geologico-strutturali finalizzati alla valutazione del potenziale geo-minerario di determinate aree o bacini, ubicati sia in terra che a mare.

Destinatari di questi studi di carattere non esclusivo, sono soprattutto le compagnie petrolifere. In molte parti del mondo tuttavia, il dipartimento Multi-Client

³ <http://www.spectrumasa.com/services/marine-acquisition>

⁴ <http://www.spectrumasa.com/data/multi-client-case-studies>

della Spectrum ha spesso prestato i suoi servizi anche a Governi e Istituzioni locali, per la predisposizione di rapporti integrati e di materiale tecnico-scientifico divulgativo finalizzato alla promozione e alla valorizzazione delle potenziali risorse di idrocarburi.

L'esecuzione della campagna di prospezioni geofisiche prevista a seguito del rilascio dei permessi di prospezione in oggetto, rientra nell'ambito dei progetti "Multi-Client" che Spectrum intende fornire principalmente agli operatori petroliferi interessati o comunque a tutte le aziende o istituti di ricerca potenzialmente interessati ad acquisire la disponibilità di uno studio geologico di area vasta, eseguito utilizzando moderne tecniche di acquisizione e di trattamento dei dati e di avanzate tecnologie per l'interpretazione dei dati acquisiti.

Esperienza nel campo della prospezione geofisica marina

Riguardo le attività condotte dalla Spectrum nell'ambito dell'acquisizione di campagne geofisiche in mare con l'utilizzo del metodo della sismica a riflessione, si riporta di seguito l'elenco delle campagne di indagine più importanti condotti nel mondo⁵.

- Africa:
 - Angola - AN-75
 - Mauritania - S72/S73
 - Nigeria
- Asia-Pacifico:
 - Ashmore North PSTM Repro 2008
 - B1 85 PSTM Repro 2007
 - Central Bonaparte PSTM Repro 2008
 - East Dampier 2010
 - Fitzroy PSTM Repro 2007
 - Leveque PSTM Repro 2008
 - NWSR PSTM Repro 2009
 - Outershelf 2010
 - Petrel PSTM Repro 2008
 - Revive 2010
 - SWExmouth PSTM Repro 2008
 - West Bonaparte PSTM repro 2006
 - West Exmouth PSTM Repro 2010
- Isole Falkland:
 - South Atlantic Infill - FALK -95

⁵ <http://www.spectrumasa.com/data/multi-client-data-library>

- Falkland SWAT-97
- Falkland Regional - FALK-0x
- Groenlandia:
 - West Greenland - 1991
- Mediterraneo orientale:
 - East Mediterranean - GL-93
 - East Mediterranean - Leb-02
 - Regional 75
 - East Mediterranean 2000
- Mediterraneo occidentale:
 - West Mediterranean - Mid 70
 - West Mediterranean - SP-BAL01
- Nord America - Costa atlantica:
 - US Atlantic Coast – USGS
 - US Atlantic East Coast – MMS
- Nord America - Golfo del Messico:
 - Big Wave Gulf of Mexico Phase 1
 - US GOM MMS 2009
 - Big Wave Gulf of Mexico Phase 2
 - Big Wave Gulf of Mexico Phase 4
 - GOM Phase 2 Well Tie
- Norvegia e Islanda:
 - North Voering Basin and Norland Repo
 - Iceland, Dreki Area and Jan Mayen Repo
- Sud America:
 - Brazil - ESP/CMP 2000
 - Bahamas 2D
 - Trinidad and Tobago
- Asia meridionale:
 - Pakistan 1 – 1999
 - West Coast India - WC-2K2
 - Andaman Island 2010
- Regno Unito e Irlanda:
 - North Irish Rockall - INROCK-98
 - Porcupine Basin - PORC 97
 - Rockall Trough - NWUK95
 - Quad 9 - SG-88
 - West Shetland
 - South Irish Rockall - ISROCK-96
 - Liverpool/Colwyn Bay
 - Northern UK - NUK-98
 - Fourth Approaches - FA-91

1.3 Inquadramento generale del progetto

Il progetto si inquadra nelle attività previste nel Programma dei Lavori che il soggetto richiedente il rilascio di un titolo minerario da parte del Ministero dello Sviluppo Economico (MSE) presenta in allegato all'atto della sottomissione dell'istanza di permesso.

Nel caso specifico, la società Spectrum, azienda che svolge attività di servizi geofisici principalmente per le compagnie petrolifere, ha sottoposto al MSE due istanze di Permesso di Prospezione, denominate «d 1 B.P.-SP» e «d 1 F.P.-SP», ubicate nel Mare Adriatico centrale e meridionale (Figura 1.1). Il programma dei lavori allegato a dette istanze, prevede esclusivamente l'esecuzione di rilevamenti geofisici mediante sismica a riflessione di tipo 2D.



Figura 1.1 – Localizzazione dei permessi di prospezione «d 1 B.P.-SP» e «d 1 F.P.-SP».

Le istanze di permesso di prospezione, presentate dalla Spectrum in data 11 gennaio 2011 secondo le norme vigenti in materia di rilascio di titoli minerari, sono state pubblicate sul Bollettino Ufficiale degli Idrocarburi e delle Georisorse (BUIG) - Anno LV N. 2 del 28 Febbraio 2011⁶.

Come descritto più approfonditamente nel seguito, il permesso di prospezione rilasciato dal MSE si caratterizza per i seguenti aspetti:

- ha carattere non esclusivo, ossia i permessi di prospezione si possono essere estendere anche su aree per le quali sono già stati rilasciati titoli minerari;
- ha la durata di un anno entro il quale la società richiedente (la Spectrum nel caso in oggetto) deve realizzare il programma dei lavori;
- consente esclusivamente l'esecuzione di rilievi o studi geologici, geochimici e geofisici (quali quelli proposti dalla società Spectrum) ma non prevede, in nessun caso, la perforazione di pozzi, né finalizzati alla ricerca di idrocarburi né ad altro titolo identificabili;
- in nessun caso l'attribuzione dei permessi di prospezione può costituirsi quale titolo preferenziale ai fini di un'eventuale assegnazione delle medesime aree per scopi di ricerca di idrocarburi. E' opportuno sottolineare comunque che la ricerca di idrocarburi non rientra nei campi di attività della Spectrum.

Il progetto proposto ha carattere temporaneo, con una durata delle attività stimata in circa 3,5 mesi e non prevede la realizzazione di alcun manufatto sia a terra che in mare, permanente o temporaneo. Terminati i rilievi geofisici, la nave che ha compiuto le indagini procederà per altre destinazioni senza lasciare, né sul fondo del mare né in acqua, alcuna strumentazione, oggetto o altro manufatto.

Inoltre, le attività che la Spectrum intende condurre prevedono l'utilizzo di strumentazione posta a pochi metri al disotto della superficie del mare, senza che questa entri mai in contatto con il fondo marino.

Le aree comprese nelle istanze dei permessi di prospezione presentate dalla Spectrum sono pari rispettivamente a 14.128 Km² e 16.169 Km².

⁶ <http://unmig.sviluppoeconomico.gov.it/unmig/buig/55-2/55-2.pdf>

Dette aree si estendono interamente all'esterno delle zone di tutela dell'ambiente marino delimitate sulla base delle restrizioni alle attività di ricerca e coltivazione di idrocarburi imposte dal D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.

La società Spectrum ha presentato istanza di avvio della procedura di Valutazione dell'Impatto Ambientale in quanto il progetto è compreso nell'Allegato II alla Parte Seconda del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. che, al punto 7), individua tra i progetti di competenza statale da assoggettare VIA le attività di "*Prospezione, ricerca e coltivazione di idrocarburi in mare*"; tale adempimento è espressamente richiamato anche dal MSE nell'ambito della notifica dell'istanza pubblicata sul BUIG (Anno LV N. 2 del 28 Febbraio 2011).

1.4 Obiettivi e finalità del progetto

Il progetto proposto dalla Spectrum e oggetto della presente procedura di VIA si propone come obiettivo l'esecuzione del Programma Lavori allegato alle istanze di permesso di prospezione denominate «d 1 B.P-.SP» e «d 1 F.P-.SP» presentate al competente Ministero dello Sviluppo Economico.

Il programma dei lavori prevede la registrazione di profili geofisici con la tecnica della sismica a riflessione 2D, per complessivi 8134 km di profili sismici.

L'area di progetto è compresa nei confini dei permessi di prospezione «d 1 B.P-.SP» e «d 1 F.P-.SP» ubicati rispettivamente nel Mare Adriatico centrale e meridionale (vedi Figura 1.2 e Figura 1.3).

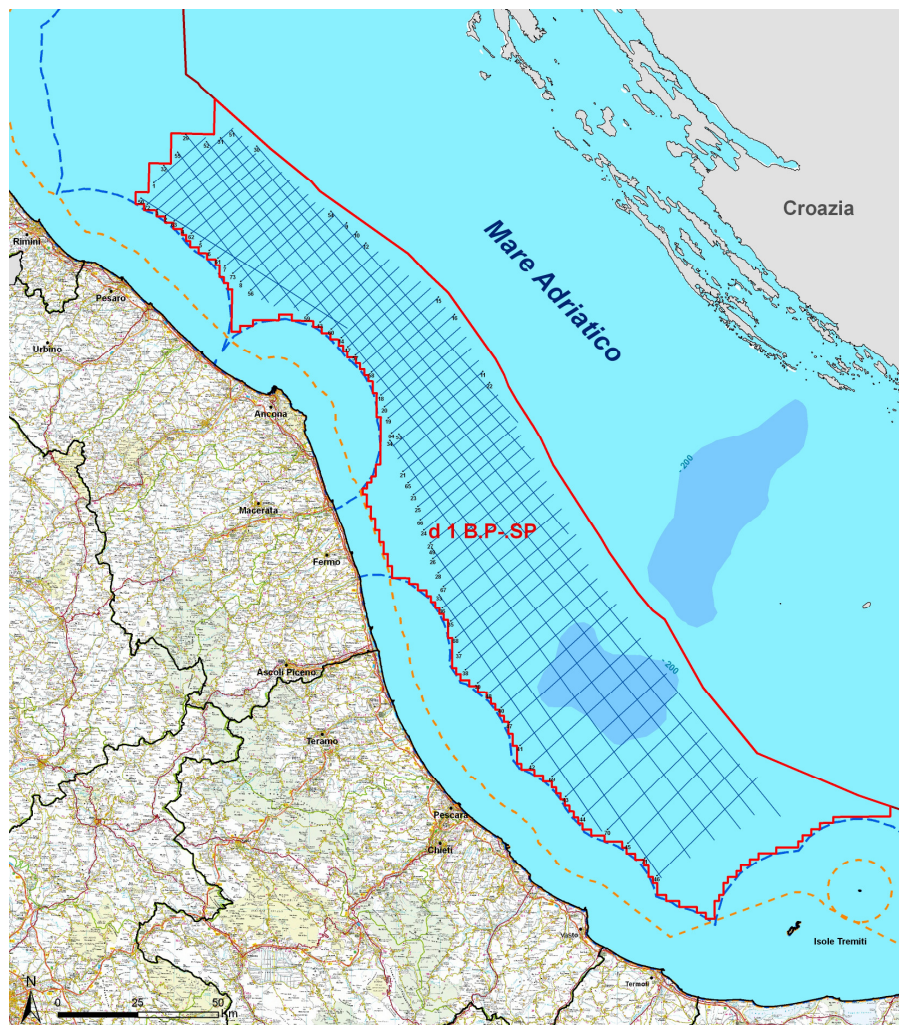


Figura 1.2 – Permesso di prospezione «d 1 B.P.-SP» - Carta di posizione e programma sismico

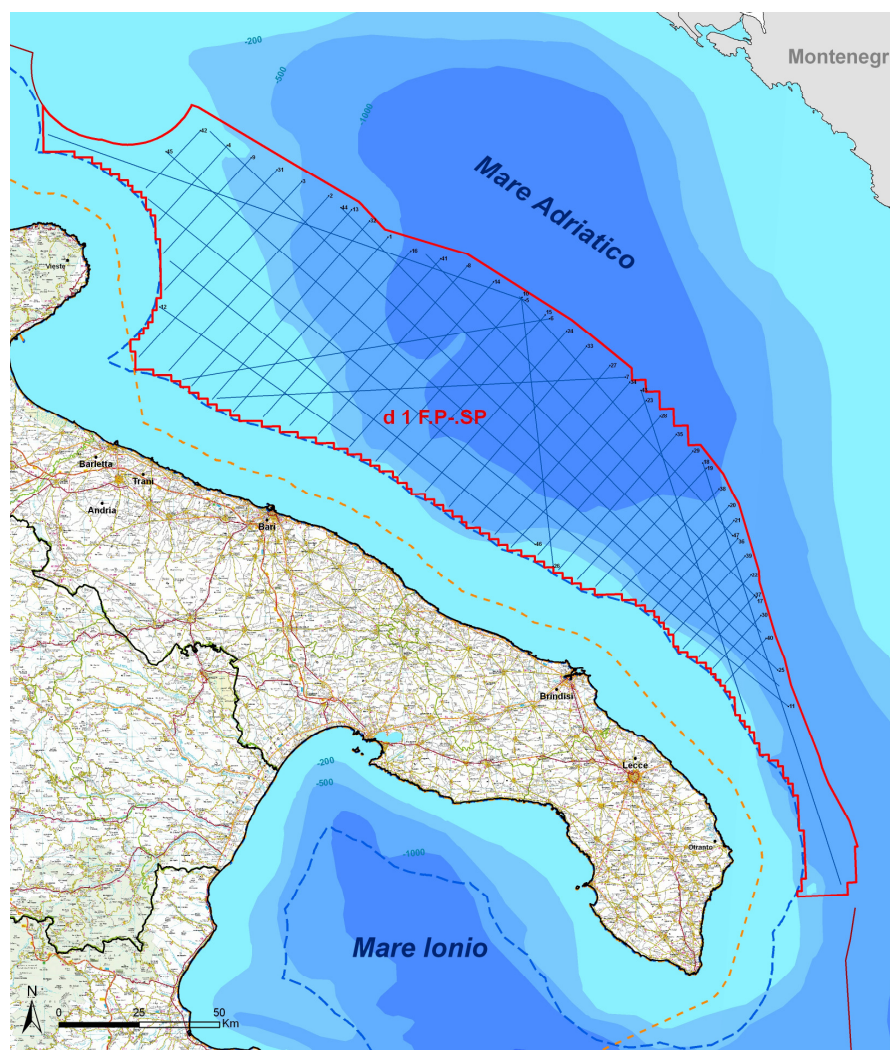


Figura 1.3 – Permesso di Prospezione «d 1 F.P.-SP»- Carta di posizione e programma sismico

Oltre alla fase di acquisizione di dati di sottosuolo attraverso l'impiego di metodi geofisici, il progetto "Multi Client Adriatico" è completato da una serie di altre attività che sono svolte interamente presso i centri di calcolo e gli uffici della Spectrum i quali, pur costituendosi quali attività connesse alla registrazione dei dati geofisici, in quanto competenti all'elaborazione ed alla interpretazione degli stessi, non prevedono l'esecuzione di alcuna ulteriore attività di campagna e pertanto sono esclusi dalle attività oggetto della procedura di VIA.

Il progetto di acquisizione geofisica costituisce quindi solo la fase operativa di un progetto più ampio con il quale la società Spectrum intende procedere alla realizzazione di un studio geologico-strutturale finalizzato a valorizzare il potenziale geo-minerario della zona adriatica centrale e meridionale.

Di seguito sono indicate le varie fasi dell'intero progetto "Multi Client Adriatico" secondo la sequenza con la quale queste sono state o saranno sviluppate:

Tabella 1.1.: Fasi del progetto

FASE		STATO DI ATTUAZIONE
1	Rielaborazione (reprocessing) dei dati geofisici preesistenti	<i>Completata</i>
2	Definizione dei nuovi parametri di acquisizione per l'esecuzione della campagna sismica	<i>Completata</i>
3	Esecuzione della campagna registrazione dei dati sismici	Oggetto della presente procedura di VIA
4	Elaborazione (processing) dei nuovi dati registrati	<i>Da eseguire</i>
5	Interpretazione integrata dei dati geofisici, geologici e di sottosuolo	<i>Da eseguire</i>
6	Elaborazione di un rapporto sul potenziale geo-minerario dell'area oggetto di studio	<i>Da eseguire</i>

Finalità distintive del progetto: la scala di indagine

Con l'esecuzione del programma di rilievi geofisici con il metodo della sismica a riflessione, la società Spectrum intende acquisire dati geofisici a carattere regionale, di alta qualità e registrati con tecnologia moderna, destinati a integrare o sostituire la banca dati esistente costituita essenzialmente dai dati geofisici acquisiti negli anni '70 e '80 attraverso le cosiddette campagne di "sismica riconoscitiva"⁷ condotte dall'Agip per conto dell'allora Ministero dell'Industria del Commercio e dell'Artigianato (oggi Ministero dello Sviluppo Economico).

Inoltre, i dati acquisiti dalla Spectrum potranno integrare i dati geofisici esistenti, registrati nel corso degli anni dalle diverse compagnie petrolifere nell'ambito dei programmi di ricerca di idrocarburi condotti nelle medesime aree oggi interessate dalle istanze di permesso di prospezione presentate dalla Spectrum.

Il programma di acquisizione sismica proposto dalla Spectrum non si propone tuttavia come un progetto destinato a realizzare una replicazione di dati acquisiti e già disponibili all'industria petrolifera, ma intende proporsi come un nuovo progetto

⁷ <http://unmig.sviluppoeconomico.gov.it/videpi/sismica/zone.asp?zona=ZB>
<http://unmig.sviluppoeconomico.gov.it/videpi/sismica/zone.asp?zona=ZF>

caratterizzato da diversi aspetti innovativi legati soprattutto ai seguenti elementi principali:

- il carattere regionale della prospezione geofisica;
- l'adozione delle più moderne tecniche di acquisizione di dati geofisici;
- l'impiego di tecnologie innovative per l'elaborazione dei dati geofisici.

Tali requisiti rendono il progetto proposto un prodotto di alta qualità, in grado di fornire nuovi e importanti elementi di conoscenza soprattutto per quanto riguarda direttamente l'assetto geologico-strutturale delle zone del Mare Adriatico centrale e meridionale ed, indirettamente, su tutta la zona adriatica.

Oltre ad adottare le tecnologie più moderne ed avanzate per la registrazione e il trattamento dei dati geofisici, la scelta di eseguire una campagna di indagine geologica concepita su una scala regionale costituisce l'aspetto più qualificante del progetto in grado di differenziare tale progetto dalle analoghe attività condotte a più piccola scala dalle compagnie petrolifere in regime di permesso di esplorazione per la ricerca di idrocarburi.

La scala regionale consente infatti di effettuare uno studio conoscitivo mediante l'esecuzione di profili sismici destinati all'individuazione di strutture geologiche su macroscala. A tale scopo il programma di acquisizione è progettato su una maglia di dimensioni medie pari a 7 km x 10 km, in maniera tale da ottenere il massimo dettaglio mediante l'esecuzione del minor numero di linee sismiche.

Finalità distintive del progetto: utilizzazione dei dati di sismici a fini scientifici

Oltre alla finalità dei servizi offerti all'industria petrolifera, è tuttavia opportuno rilevare come nell'ambito degli studi geofisici in generale, la sismica a riflessione costituisce una disciplina altrettanto fondamentale nello sviluppo delle conoscenze nel campo delle scienze della terra.

In Italia, infatti, negli ultimi 30 anni l'utilizzo sistematico anche ai fini della ricerca scientifica dei dati di sismica a riflessione registrati ai fini delle attività di ricerca e produzione di idrocarburi, si è progressivamente diffuso presso le Università e gli Enti ed Istituti di ricerca i quali, attraverso l'impiego dei dati resi pubblici dalle compagnie petrolifere in base a quanto previsto dalle norme o attraverso l'attuazione

di specifici accordi, convenzioni o progetti di cooperazione stipulati con le stesse società, si sono potuti avvalere per i propri programmi scientifici e di ricerca in alcuni settori della geologia, dell'uso dei dati geofisici acquisiti dall'industria petrolifera, nonché del know-how da questa maturato nel campo dell'acquisizione dei dati, della loro elaborazione ed interpretazione integrata.

L'uso di tale metodo d'indagine a fini scientifici si è sviluppato al tal punto che lo stesso mondo accademico, spesso in collaborazione con le maggiori aziende energetiche nazionali, ha avviato alcuni progetti di ricerca che hanno previsto l'acquisizione di linee sismiche 2D.

Tra questi progetti, uno dei più importanti è senz'altro il progetto CROP⁸ (Progetto CROsta Profonda) realizzato dal Consiglio Nazionale delle Ricerche. Il progetto si è sviluppato con l'esecuzione, l'elaborazione e l'interpretazione di profili sismici a riflessione in terra (circa 1250 km) e in mare (circa 8700 km) che ora sono depositati presso il centro dati creato nella sede di Bologna dell'Istituto di Scienze Marine ISMAR-CNR (Figura 1.4).

Attraverso tale progetto è stata resa possibile l'interazione fra il mondo industriale, pubblico e privato, e la comunità scientifica ed è stato prodotto un ingente patrimonio di dati che hanno consentito all'Italia di inserirsi nella comunità scientifica internazionale impegnata nello studio sistematico della crosta profonda.

⁸ Il Progetto CROsta Profonda, è iniziato nel 1985 come progetto strategico del Consiglio Nazionale delle Ricerche. A partire dal 1989 è stata sottoscritta una convenzione tra AGIP, CNR ed ENEL per la sua realizzazione.

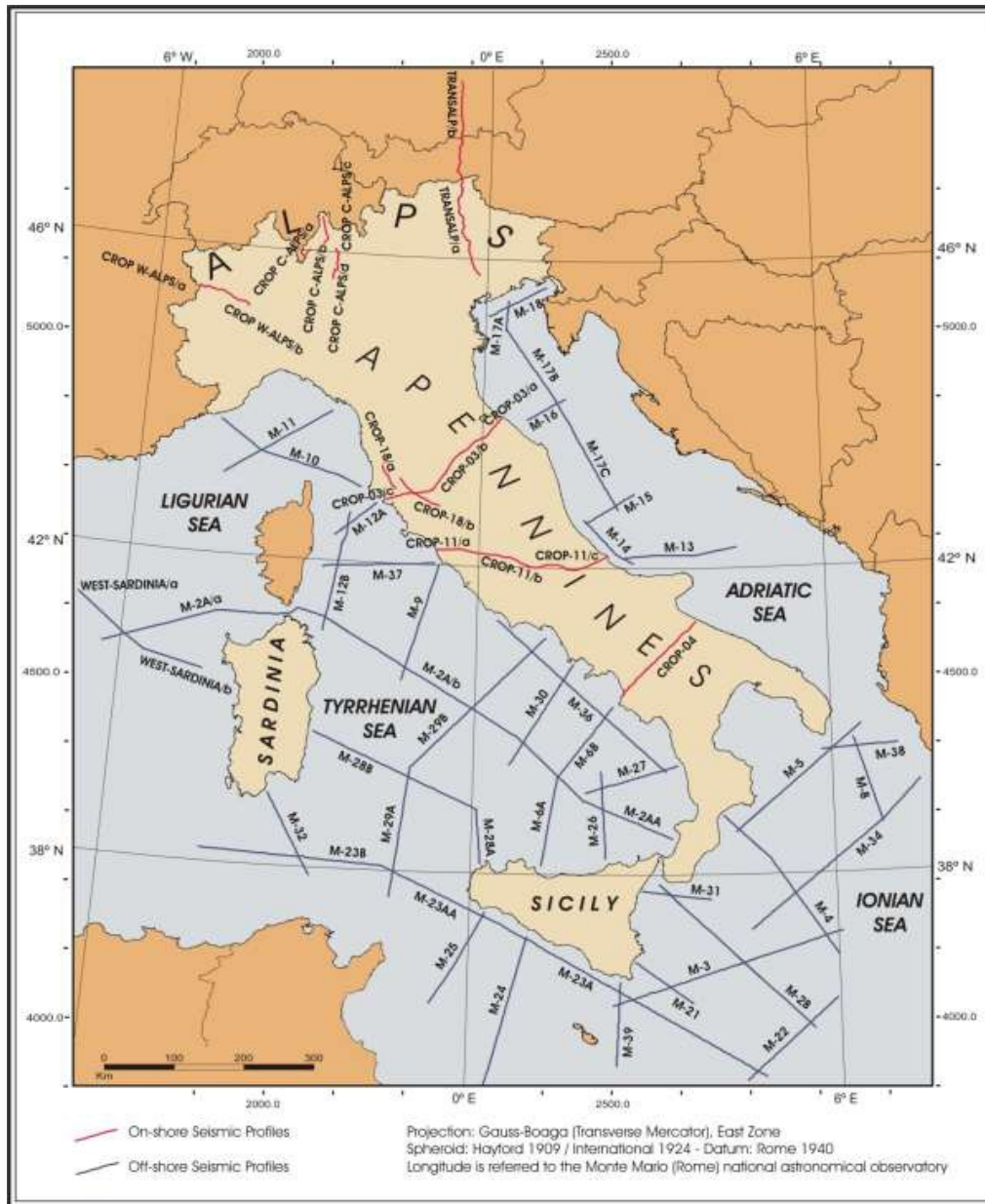


Figura 1.4 – Profili sismici a riflessione effettuati con il Progetto CROP.
 Fonte: Progetto CROP <http://www.crop.cnr.it/>

Attualmente il progetto si trova in avvio di una nuova fase (CROP 2)⁹, destinata alla valorizzazione e diffusione dei dati acquisiti, al completamento dell'interpretazione dei dati sismici e alla promozione di eventuali nuove acquisizioni in aree chiave del territorio italiano.

Gran parte dell'acquisizione dei dati CROP e buona parte dell'elaborazione sono state svolte dall'Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale – OGS di Trieste il quale possiede una nave da ricerca attrezzata con strumentazione per

⁹ <http://www.crop.cnr.it/>

l'esecuzione di rilievi di sismica a riflessione multicanale¹⁰, analoghi a quelli del progetto proposto, con la quale esegue campagne di acquisizione sismica finalizzate a soli scopi scientifici¹¹.

In ambito universitario, lo studio dei criteri e delle tecniche per l'interpretazione dei dati di sismica a riflessione, così come lo studio delle tecniche di acquisizione e di elaborazione dei dati, si è consolidato quale uno degli insegnamenti più importanti nei corsi di laurea in scienze geologiche di molte università italiane come quella di Pisa¹², di Roma 3, Roma La sapienza, Napoli, Milano, etc., riconoscendo quindi al metodo geofisico basato sulla sismica a riflessione, una notevole importanza nel campo della geologia strutturale, stratigrafia, della sedimentologia e di molte altre discipline afferenti al campo delle scienze della terra.

Pubblicità dei dati

Il progetto della Spectrum si inserisce quindi a pieno diritto anche nel campo delle finalità scientifiche in quanto, è opportuno ricordare che l'osservanza delle norme attualmente vigenti in materia di pubblicità dei dati¹³ prevedono che la Spectrum renda pubblici i dati geofisici raccolti attraverso la consegna all' UNMIG del Ministero dello Sviluppo Economico, dopo un anno dalla data di scadenza del permesso di prospezione.

I dati che la Spectrum metterà a disposizione del Ministero dello Sviluppo Economico, e quindi della comunità scientifica interessata, saranno accessibili via web attraverso il Progetto VIDEPI, Visibilità Dati Esplorazione Petrolifera in Italia¹⁴.

In oltre mezzo secolo di attività di registrazione di dati sismici si è venuta pertanto a costituire una significativa banca dati del sottosuolo nazionale utilizzabile sia ai fini della ricerca scientifica che per scopi minerari. La banca dati del Progetto VIDEPI, realizzato mediante la collaborazione tra la Società Geologica Italiana, il Ministero dello Sviluppo Economico e l'Assomineraria, comprende i dati geologici e geofisici acquisiti dalle compagnie petrolifere durante i periodi di vigenza dei titoli minerari, depositati presso l'UNMIG a partire dal 1957. Nella Figura 1.5 è riportato il piano di

¹⁰<http://www.ogs.trieste.it/Show/ShowDepartment/DataDepartment.aspx?IdUniversity=2&IdDepartment=15&Action=Data&FromAction=ListShow&IdLanguage=1>

¹¹<http://www.ogs.trieste.it/show/ShowMenu/ShowEditorPage.aspx?IdMenuItem=54&IdLanguage=1&IdUniversity=2&IdDepartment=15>

¹² <http://www.dst.unipi.it/gea/>

¹³ D.Lgs. 164/2000

¹⁴ <http://unmig.sviluppoeconomico.gov.it/videpi/>

posizione delle linee sismiche i cui dati sono ad oggi disponibili via web tramite il Progetto VIDEPI.



Figura 1.5 – Cartografia ufficiale del Progetto ViDEPI. Fonte: SGI-MSE.

2. Quadro di riferimento ambientale

2.1 Ambito territoriale e sistemi ambientali interessati dalle attività di prospezione

Le attività in progetto prevedono l'esecuzione di indagini geofisiche all'interno delle aree dei permessi di prospezione denominati «d 1 B.P-.SP» e «d 1 F.P-.SP», ubicati rispettivamente nel Mare Adriatico centrale e meridionale, per una superficie complessiva di 30.297 Km².

La registrazione di profili geofisici 2D mediante la tecnica della sismica a riflessione sarà effettuata per complessivi 8134,32 km lineari (120 profili sismici di diversa lunghezza) secondo il piano di posizione delle linee sismiche riportato nelle Tavole 6 e 7 ad una distanza minima dalle coste delle regioni Emilia Romagna, Marche, Abruzzo, Molise e Puglia pari a 12 miglia marine (22,22 km). I confini delle aree di progetto sono stati delineati in ottemperanza ai vincoli imposti dall'art. 6, comma 17 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. per scopi di tutela ambientale delle aree marine e costiere a qualsiasi titolo protette.

In ragione di tali vincoli, le due aree di progetto risultano separate dal tratto di mare che circonda la Riserva Naturale Marina "Isole Tremiti" (Codice EUAP 0168, D.I. 14.7.1989), localizzata a circa 13 miglia marine a Nord del promontorio del Gargano (Torre Mileto) e a circa 22 miglia marine dal porto di Termoli; i rilievi sismici più prossimi al perimetro esterno dell'area marina protetta saranno comunque effettuati a distanze superiori alle 12 miglia marine.

I sistemi ambientali interessati dalle attività in progetto risultano unicamente connessi all'ambiente marino al di fuori delle acque territoriali inteso nelle sue componenti naturali (ecosistemi e relative biocenosi) ed antropiche (pesca).

Le peculiarità delle attività di progetto (indagini geofisiche di durata limitata nel tempo) unitamente al contesto in cui si collocano, determinano conseguentemente la necessità di affrontare con diversi livelli di approfondimento la trattazione delle componenti e fattori ambientali nello stato che precede l'attuazione delle indagini, che è stata focalizzata sull'ambiente marino nelle componenti abiotiche (caratteristiche chimico-fisiche delle acque, correnti, morfologia e batimetria dei bacini) e biotiche (ecosistemi, flora, fauna, vegetazione) che lo caratterizzano in termini di biodiversità (habitat e specie tutelati).

E' stata inoltre trattata quale componente antropica l'attività di pesca, praticata storicamente nel Mare Adriatico e di rilevante interesse per l'economia locale e nazionale, in quanto potenzialmente interessata, direttamente e indirettamente, dalle attività di progetto.

Nella trattazione delle diverse componenti sono state evidenziate le eventuali criticità e squilibri esistenti che, nel caso del Mare Adriatico, sono correlabili alle intense attività antropiche, soprattutto in ambito costiero, che rappresentano fattori di pressione ambientale sulla biodiversità e sulle risorse ittiche. Queste ultime sono soggette ad un intenso sforzo di pesca che non consente un adeguato naturale ripopolamento delle specie ittiche di maggiore interesse commerciale; la pesca, unitamente ai traffici marittimi, risultano inoltre le principali cause di perdita di biodiversità con particolare riferimento alle specie più vulnerabili (cetacei, tartarughe marine, elasmobranchi).

In relazione alla specificità delle attività in progetto che prevede quale unica forma di inquinamento l'emissione di onde sonore a bassa e media frequenza generate dalle sorgenti di energizzazione utilizzate per le indagini geofisiche (air gun), è stata effettuata un'approfondita analisi del clima acustico ante operam nel Mare Adriatico, quale base conoscitiva necessaria a stimare correttamente i potenziali impatti ambientali sugli ecosistemi e sulla fauna marina.

2.2 Caratterizzazione delle componenti e fattori ambientali ante operam

2.2.1 Atmosfera - Caratteristiche meteo-climatiche e meteo-marine

Il bacino Adriatico è situato tra la zona delle alte pressioni sub-tropicali e la fascia delle medie latitudini o Westerlies (correnti occidentali) nella quale le perturbazioni atmosferiche si muovono da Ovest verso Est. Tali perturbazioni provocano una forte variabilità stagionale dei fenomeni ad esse associate.

Durante la maggior parte dell'anno, la regione adriatica è dominata dagli effetti della fascia dei Westerlies con frequenti cicloni e anticicloni, mentre in estate domina un regime di alte pressioni sub-tropicali.

Le condizioni meteorologiche dell'area adriatica subiscono l'influenza anche di altri regimi atmosferici, come la bassa pressione dell'Islanda (Iceland Low) e l'alta pressione dell'Eurasia (Eurasian High) nel periodo invernale; l'alta pressione delle

Azzorre (Azores High) e la bassa pressione di Karachi (Karachi Low) nel periodo estivo.

In Figura 2.1 sono riportate le temperature atmosferiche dei mesi di Febbraio, Maggio, Agosto e Novembre, rappresentative delle diverse stagioni; esse mostrano fluttuazioni stagionali di circa 20° C sull'intero bacino un gradiente longitudinale prevalente nel settore più settentrionale ed un gradiente trasversale dominante nei settori centrale e meridionale. Le temperature variano tra nord e sud da 3.5 °C in Maggio a 7°C in Novembre.

L'umidità relativa (Figura 2.2) è generalmente maggiore nel settore settentrionale e nelle stagioni più fredde, principalmente a causa delle temperature inferiori; la distribuzione invernale è relativamente omogenea mentre un significativo gradiente longitudinale si riscontra nel settore settentrionale in primavera e in estate; valori minimi di umidità si riscontrano in tutte le stagioni nel settore meridionale.

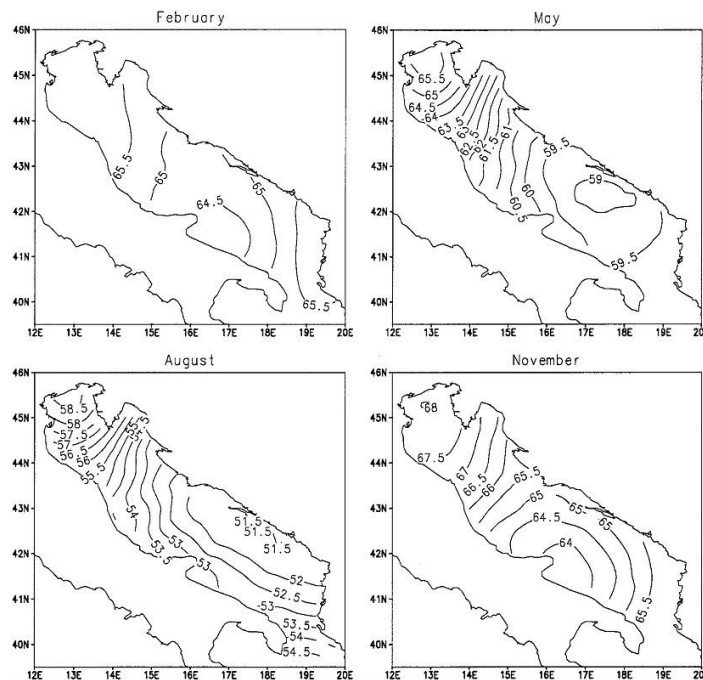


Figura 2.1 – Temperature dell'aria (°C) nelle diverse stagioni. Fonte: Artegiani et al. "The Adriatic Sea General Circulation. Part I: Air-Sea Interactions and Water Mass Structure"; Journal of physical oceanography, n.27, 1997

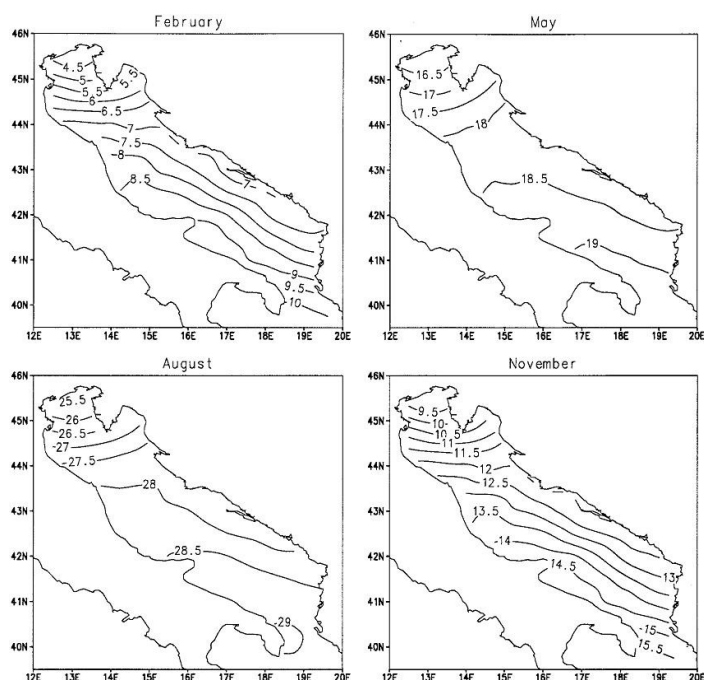


Figura 2.2 – Umidità relativa (%) nelle diverse stagioni. Fonte: Artegiani et al. "The Adriatic Sea General Circulation. Part I: Air-Sea Interactions and Water Mass Structure"; Journal of physical oceanography, n.27, 1997

I venti che dominano il bacino Adriatico sono la Bora e lo Scirocco (Figura 2.3).

La Bora arriva sul Mare Adriatico prevalentemente tra Nord e Nord-Est quando una massa di aria fredda e asciutta si accumula sui Balcani e, raggiunta l'altezza dei passi montuosi, si incanala lungo le valli delle Alpi Dinariche soffiando violentemente su alcune zone adriatiche.

La Bora è un vento catabatico, freddo e secco che spira con una velocità media di 15 m/s raggiungendo punte massime di 50 m/s. Generalmente, eventi con intensità di almeno 15 m/s hanno una frequenza che varia da un giorno al mese (o meno) nel periodo estivo, fino a più di 6 giorni al mese nel periodo invernale con una durata media compresa tra 12 ore e 2 giorni.

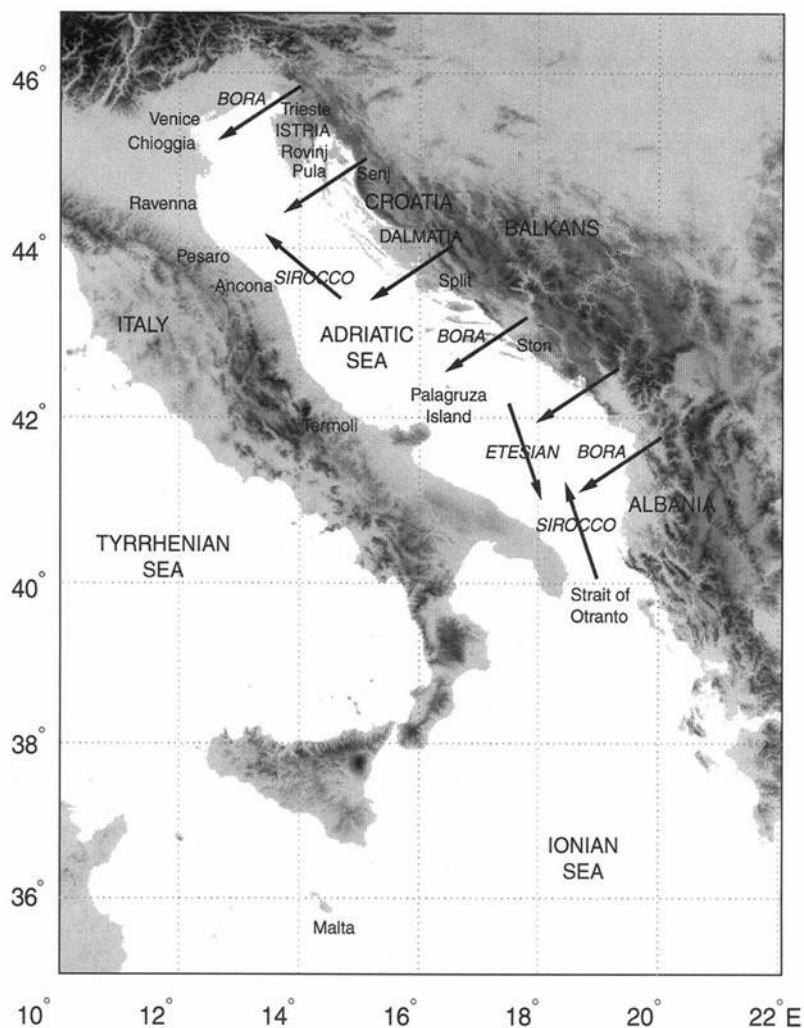


Figura 2.3 – Venti dominanti nel Mare Adriatico. Fonte: ISMAR-CNR

I venti più intensi si manifestano lungo la costa orientale dell'Adriatico, da Trieste fino al confine albanese, mentre in mare aperto, è solitamente meno intensa. Questo vento è più comune durante la stagione fredda, da novembre a marzo; può essere molto localizzata ed estendersi solo poche miglia al largo ovvero in alcuni casi estendersi verso Sud fino a comprendere gran parte dell'intero Adriatico.

I principali regimi atmosferici associati alla Bora sono il regime anticiclonico, caratterizzato da cui un ampio centro di alta pressione sull'Europa centrale accompagnato da un centro di bassa pressione sul Mediterraneo o sui Balcani, e il regime ciclonico in cui un centro di bassa pressione è presente sul Tirreno, l'Adriatico meridionale o lo Ionio.

Il vento di Scirocco che soffia da Sud-Est e si origina nei deserti del Nord Africa e dell'Arabia è un vento umido (l'umidità viene raccolta durante il passaggio sul Mar Ionio) che viene incanalato lungo l'asse maggiore del bacino Adriatico grazie alla presenza degli Appennini e delle Alpi Dinariche. Regimi di Scirocco molto intensi interessano l'intero Adriatico in autunno e in inverno, precedendo sistemi ciclonici che si spostano verso Est o verso Nord dal Mediterraneo occidentale. I venti di Scirocco hanno intensità media di 10 m/s, ma possono raggiungere intensità superiori a 15 m/s, specialmente in inverno e in primavera fino ad arrivare anche a 30 m/s.

Altri venti come gli Etesi, il Maestrale, le Brezze Marine e Terrestri possono essere localmente dominanti, soprattutto in estate.

I venti Etesi (chiamati anche "Meltemi") sono venti settentrionali che dominano sul Mediterraneo orientale (prevalentemente sul Mar Egeo), durante il periodo estivo in presenza di una depressione continentale localizzata sull'Asia sud-occidentale. Questi venti si possono anche propagare sul bacino meridionale dell'Adriatico, dove soffiano da Nord-Ovest e rappresentano il 53% dei venti estivi; nella stessa direzione soffia sull'Adriatico anche il Maestrale, particolarmente rilevante a livello del sub-bacino meridionale.

Il Libeccio è un vento proveniente da Sud-Ovest, non frequente e persistente, avvertito principalmente sulla costa adriatica orientale quando si verifica una depressione sul bacino (soprattutto in inverno) facendo sentire i suoi effetti soprattutto al largo della costa e determinando lo spostamento di acque superficiali verso il largo. Altri venti minori sono la Tramontana che soffia da Nord ed è associata ad un regime di Bora, il Levante che soffia da Est; il Ponente da Ovest e l'Ostro che soffia da Sud associato ad un regime di Scirocco.

L'Adriatico ha una circolazione ciclonica (antioraria) con una corrente proveniente dal Mediterraneo orientale che accede dal canale di Otranto e si dirige verso Nord-Ovest lungo la costa orientale albanese-croata e una corrente proveniente dal bacino settentrionale, alimentata dai maggiori fiumi italiani, scorre verso Sud-Est lungo la costa occidentale italiana (Figura 2.4). Questa circolazione è caratterizzata dalla combinazione di una circolazione termoalina positiva e di una circolazione termoalina negativa, chiamate rispettivamente circolazione Estuarina ed Anti-Estuarina.

La circolazione termoalina, determinata dalle variazioni di densità delle acque, in un mare semi-chiuso come l'Adriatico, possono derivare da un aumento della spinta idrostatica dovuto al rimescolamento, alla precipitazione e all'apporto fluviale oppure da una diminuzione della spinta idrostatica dovuta al raffreddamento e all'evaporazione. Questi aspetti causano gradienti stagionali sia latitudinali che longitudinali delle caratteristiche della circolazione generale determinando correnti cicloniche nei diversi settori del bacino con intensità variabile con le stagioni e con gli apporti variabili di acque dolci costiere.

Artegiani et al. nel 1997 utilizzando i dati di temperatura e di salinità hanno calcolato le correnti dello strato superficiale con il metodo dinamico, fornendo una descrizione dettagliata della componente baroclina del regime delle correnti (ossia la componente della circolazione determinata dal gradiente di densità che è funzione della temperatura, salinità e pressione e che varia con la profondità) nelle quattro stagioni sia dello strato superficiale che alla quota di 75 m (vedi (Figura 2.4).

In superficie la circolazione generale invernale è differente da tutte le altre stagioni in quanto composta solo da segmenti di corrente: la corrente del Nord Adriatico (NAd) e quella del Sud Adriatico (E-SAd). In primavera-estate compaiono correnti lungo la costa occidentale dell'Adriatico centrale (W-MAd) e meridionale (W-SAd) e i due giri ciclonici principali della circolazione generale. Durante l'estate si osservano le scale spaziali più piccole e l'indebolimento della corrente E-SAd. L'autunno è invece caratterizzato dalla massima coerenza spaziale nella struttura della circolazione generale caratterizzata da tre giri ciclonici, una corrente continua lungo la costa Italiana e una intensa corrente E-SAd.

Alla profondità del termoclino stagionale (75m) si osserva la presenza della corrente E-SAd, particolarmente intensa in autunno, in connessione con la massima ingressione della MLIW dal bacino levantino e del vortice ciclonico dell'Adriatico meridionale. Anche nel settore centrale è presente un vortice ciclonico in tutte le stagioni, tranne in inverno.

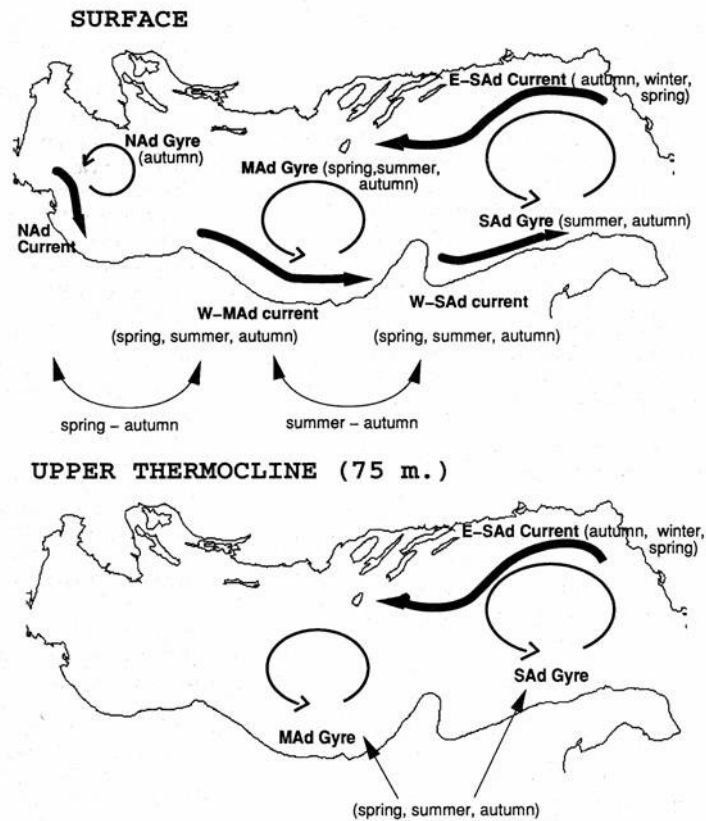


Figura 2.4 – Andamento stagionale delle correnti in superficie e alla profondità di 75 m. Fonte: ISMAR-CNR (da Artegiani et al. "The Adriatic Sea General Circulation. Part II: Baroclinic Circulation Structure", 1997)

L'Adriatico settentrionale è sito di formazione di acque molto dense. Il processo che le genera inizia in tardo autunno, con una fase di preconditionamento che consiste in una omogeneizzazione della colonna d'acqua. In inverno, la componente baroclinica è più debole ed ampiamente sovrastata da quella barotropica (cioè la componente della circolazione definita dal gradiente di elevazione della superficie libera, che si mantiene uguale lungo la verticale) indotta prevalentemente dall'azione del vento; si determinano pertanto notevoli perdite di calore, particolarmente elevate durante l'incidenza dei venti di Bora, e la considerevole evaporazione superficiale che ne deriva causa anche un limitato incremento di salinità.

In queste condizioni, dal tardo autunno a fine inverno, si forma quindi l'Acqua Densa Nord Adriatica. Da novembre a marzo, tutta la colonna d'acqua è completamente omogenea mentre il riscaldamento primaverile ed i crescenti apporti fluviali, segregano quest'acqua invernale nello strato di fondo, concentrata nella zona tra il delta del Po e l'Istria. Essa, spinta dal gradiente di densità, fluisce verso Sud-

Est, lungo il versante occidentale del bacino e si raccoglie nelle Fosse Medio-Adriatiche. La corrente di fondo che ne risulta (Dense Water Outflow Current, DWOC) rappresenta una vena di acqua che scorre lungo la scarpata italiana a profondità intorno ai 30-40 m.

Acqua profonda si forma anche nel sub-bacino meridionale e, combinata con l'acqua densa della regione settentrionale, contribuisce alla definizione della circolazione termoalina negativa. La sua uscita attraverso lo Stretto di Otranto, verso il Mediterraneo Orientale, combinata con l'afflusso di acqua proveniente dal Mar Ionio, costituiscono la circolazione Estuarina Inversa Adriatica. L'acqua che penetra attraverso il Canale di Otranto, con temperatura e salinità più elevate di quella in uscita, determina una compensazione delle perdite di calore, salinità e masse d'acqua del bacino Adriatico.

Come più estesamente trattato nel Cap. 2.2.3.1, le fluttuazioni stagionali, annuali e pluriennali dei principali parametri delle masse d'acqua dell' Adriatico (salinità, temperatura) e dei suoi bacini, influenza le caratteristiche delle masse d'acqua e l'intensità degli scambi idrici con il Mediterraneo orientale.

2.2.2 Suolo e sottosuolo

2.2.2.1 Inquadramento geologico-strutturale e stratigrafico dell'Adriatico

L'inquadramento geologico delle aree interessate dalle istanze di prospezione d 1 B.P-.SP e d 1 F.P-.SP e dell'area adriatica in generale (Figura 2.5) si sviluppa sulla base delle conoscenze e degli studi effettuati dalla Spectrum e che hanno condotto la stessa società ad intraprendere il progetto di acquisizione sismica oggetto del presente studio.

In questo capitolo sono descritte le principali unità litostratigrafiche dell'area adriatica e gli elementi di geologia degli idrocarburi che le contraddistinguono.

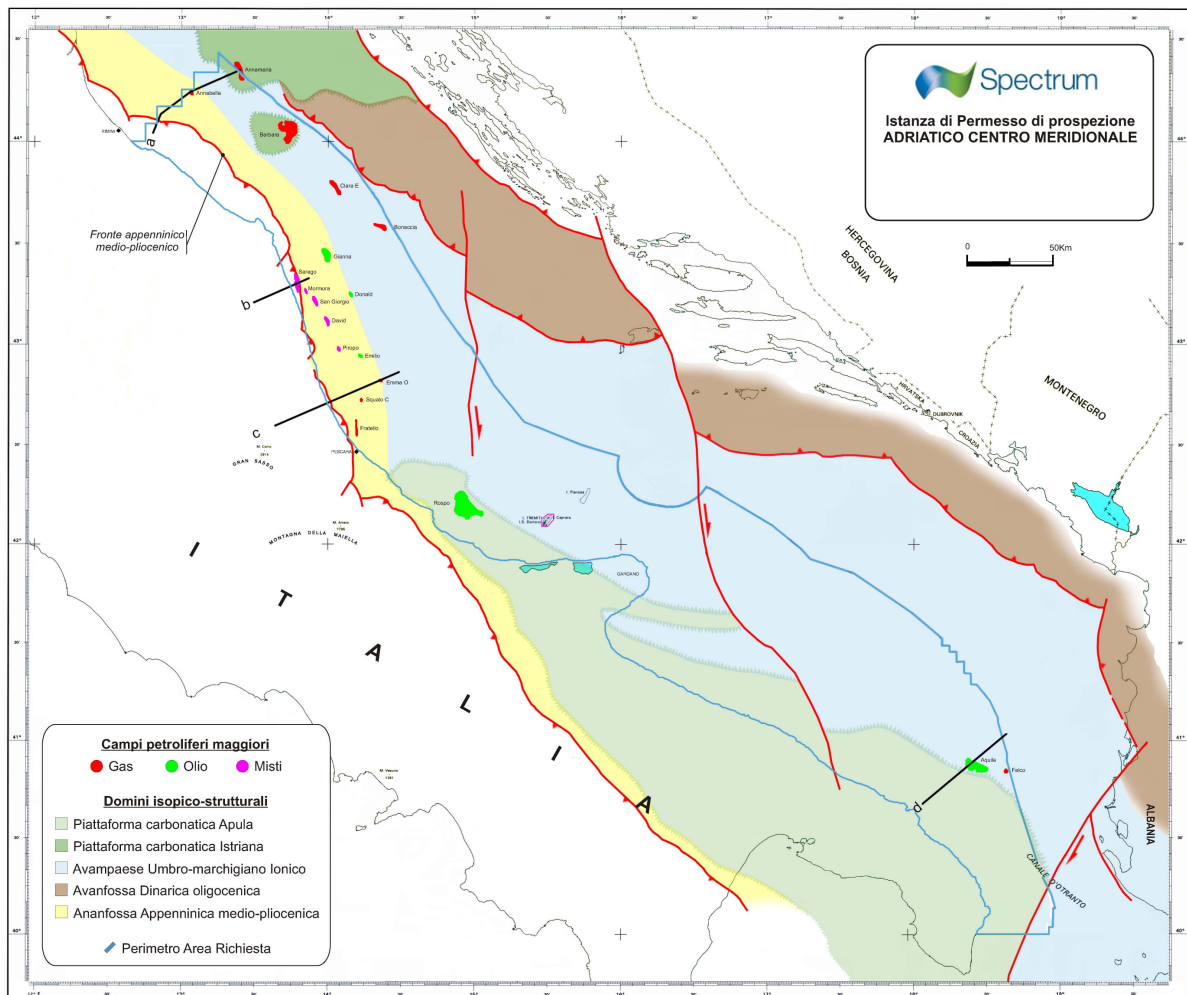


Figura 2.5 – Schema geologico strutturale dell'Adriatico

Domini paleogeografici

L'Adriatico centro-meridionale, dal punto di vista geologico regionale, è una parte integrante del margine continentale nord africano.

In prima approssimazione l'area può essere definita come un grande promontorio di avampaese deformato, di forma globalmente triangolare, ad orientamento Nord-Ovest/Sud-Est, compreso tra i fronti più esterni dell'orogene dinarico, a Nord Est, e di quello appenninico, a Nord Ovest.

La sua evoluzione è conosciuta direttamente a partire dal Triassico superiore. Di seguito è sinteticamente riportata la descrizione dei domini paleogeografici e delle relative litologie che caratterizzano l'evoluzione dal Trias Superiore al Pleistocene Superiore delle unità dell'avampaese adriatico.

Trias superiore

Dominio di condizioni di piattaforma subsidente a circolazione ristretta. Alternanze di dolomie e anidriti (Formazione "Burano").

Lias inferiore

Prevalenza di condizioni di piattaforma carbonatica subsidente aperta. Potenti successioni di calcari, più o meno dolomitizzati (Formazione "Massiccio A"). All'interno del dominio di piattaforma si individuano aree, altrettanto subsidenti, con condizioni di bacino chiuso a circolazione ristretta. Calcari scuri bituminosi (Formazione "Calcari di Emma").

Lias medio

Persistono le condizioni di piattaforma carbonatica aperta (Formazione "Massiccio B"). Nelle aree di bacino intra-piattaforma (bacini chiusi a circolazione ristretta del Lias Inferiore) si instaurano condizioni di piattaforma più profonda aperta. Calcari ben stratificati con selce (Formazione "Corniola").

Lias Superiore

Fase maggiore di rifting (sprofondamento di parte della piattaforma preesistente) e attivazione di grandi faglie estensionali listriche con generazione di megablocchi basculati.

Lias superiore - Titonico inferiore

A partire dal passaggio Lias Superiore – Titonico Inferiore, come conseguenza della fase di rifting liassica che determina la frattura e l’annegamento di parte delle preesistenti unità di piattaforma triassica, nell’area adriatica si instaurano i due domini paleogeografici contrapposti i quali persisteranno sino al Messiniano:

- il dominio di Bacino Umbro-Marchigiano/Ionico, che si estende dalla costa marchigiano-abruzzese fino all’Albania, con condizioni generali di mare profondo. Caratterizzato dalla deposizione di serie condensate di calcari nodulari (Facies Ammonitico Rosso) sulle creste dei blocchi e di serie più potenti di marne e calcari stratificati con selce (Gruppo del “selcifero”) alla base delle faglie listriche;
- il dominio di Piattaforma Apula, che si sviluppa lungo la fascia costiera meridionale (da Ortona fino ad Otranto), con condizioni di piattaforma carbonatica subsidente aperta. Le litologie sono rappresentate da una potente sequenza di dolomie (Formazione “Dolomie di Ugento”)

Titonico-Barremiano

Nel dominio Umbro-Marchigiano si depositano calcari con selce, sottilmente stratificati (Formazione “Maiolica”). Nel dominio Apulo si sviluppano sequenze più potenti di calcari organogeni, spesso dolomitici, massivi (Formazione “Cupello”).

Passaggio Barremiano-Aptiano

Fase tettonica “Austriaca” durante la quale le spinte tettoniche determinano inversioni strutturali precoci e discordanze.

Aptiano-Albiano

Si determina l’emersione della dorsale assiale della Piattaforma Apula. Nel Bacino Umbro-Marchigiano si deposita una sottile sequenza di marne scure nel (Formazione “Marne a fucoidi”). Nella fascia di talus di piattaforma si depositano prevalentemente marne con brecce calcaree.

Cenomaniano

Situazione paleogeografica molto simile a quella dell’Aptiano-Albiano con deposizione di calcari micritici bianchi, ben stratificati, con selce nera nell’area

bacinale (membro basale della Formazione “Scaglia calcarea”) e di facies miste nella fascia di talus.

Passaggio Cenomaniano-Turoniano

Si osserva l’emersione generalizzata dei domini di piattaforma circum-adriatici: la Piattaforma Apula, dal lato italiano, e la Piattaforma di Kruja e dell’Istria, dal lato croato-albanese, con fenomeni di erosione subaerea e di carsismo e deposito di bauxiti. L’emersione causa il confinamento del Bacino Umbro-Marchigiano/Ionico dove si instaurano condizioni euxiniche con deposizione di argille nere bituminose del “Livello Bonarelli”.

Turoniano-Maastrichtiano inferiore

Continua l’emersione nei domini di piattaforma carbonatica. Mentre nel Bacino Umbro-Marchigiano persistono condizioni pelagiche con profondità d’acqua moderata e si instaurano alcune dorsali che raggiungono la zona fotica. Le litologie sono rappresentate da calcari micritici, sottilmente stratificati, con noduli di selce, e giunti di argilla, con intercalazioni di torbiditi calcaree bioclastiche (Formazione “Scaglia calcarea” membro medio).

Intra Maastrichtiano

Inizio della fase tettonica “Laramide”: si osserva una forte instabilità dei fondali con incremento delle brecce bioclastiche, fenomeni di vulcanesimo e sviluppo di strutture diapiriche.

Maastrichtiano-Luteziano inferiore

Persistono condizioni pelagiche con profondità d’acqua moderata nel Bacino Umbro-Marchigiano e deposizione di calcari micritici, a tratti marnosi, ben stratificati, con selce; intercalazioni sparse di torbiditi calcaree bioclastiche (Formazione “Scaglia calcarea” membro superiore). Perdurante fase di emersione delle aree di piattaforma.

Passaggio Luteziano inferiore-Luteziano superiore

Inizio della fase tettonica “Pirenaica” e si determinano inversioni strutturali con emersione di dorsali e inizio degli apporti silico-clastici nel bacino.

Luteziano superiore-Priaboniano

Deposizione di marne e marne calcaree, con sottili intercalazioni di torbiditi nummulitiche (Formazione "Scaglia variegata") nelle aree di bacino mentre sul margine delle piattaforme emerse si sviluppano cordoni litorali di brecce nummulitiche (Formazione "Calcari di Peschici").

Oligocene

Condizioni pelagiche persistenti, con apporti silico-clastici fini. Marne dominanti (Formazione "Scaglia cinerea").

Oligocene superiore-Miocene inferiore

Periodo di massima inondazione che determina l'ingressione marina sul dominio di piattaforma. Nel dominio bacino si depositano sequenze poco potenti di calcari argillosi e marne a Foraminiferi planctonici, con selce nera (Formazione "Bisciario"). Nell'Adriatico meridionale, a Sud del Gargano, si depositano delle serie argillo sabbiose più potenti facenti parte del cuneo silico-clastico esterno dell'avanfossa dinarica. Sulla piattaforma Apula, in trasgressione discordante su differenti termini cretacei carsificati (in genere cenomaniani), si depositano sottili sequenze di calcareniti a Briozoi (Formazione "Bolognano").

Miocene medio

Condizioni pelagiche generalizzate persistono nel dominio bacinale con sedimentazione di calcari marnosi e marne, ricche in foraminiferi pelagici (Formazione "Schlier"). Nel Tortoniano si ha un netto incremento degli apporti silico-clastici (membro marnoso siltoso della Formazione "Schlier") legato a risentimenti distali della fase tettonica sud-alpina. A Sud del Gargano continua la sedimentazione di potenti serie arenaceo marnose riferibili al cuneo sedimentario dinarico esterno. Il dominio di Piattaforma Apula ritorna in condizioni di emersione subaerea.

Miocene superiore

In questa fase si determina la crisi evaporitica mediterranea. Nei domini pelagici si osservano ovunque depositi di alternanze poco potenti di anidriti, calcari solfiferi, marne tripolacee e argille bituminose (Formazione "Gessoso-Solfifera"). Le serie sedimentarie si chiudono per "on-lap" sui margini della piattaforma.

Pliocene inferiore

La fascia costiera adriatica, all'incirca da Rimini fino a Nord di Pescara, viene coinvolta nello sviluppo dell'avanfossa appenninica all'interno della quale si deposita un cuneo sedimentario di flysch, di potenza variabile dagli oltre 2000 metri, nella fascia di depocentro (dal Teramano fino in Romagna) ove presenta le facies tipiche di torbiditi arenaceo-pelitiche, fino a poche centinaia di metri sulla soglia esterna ("Flysch di Cellino o Porto Corsini"). Oltre la soglia dell'avanfossa il Pliocene inferiore è costituito, pressochè ovunque, da una sequenza più o meno condensata di argille marnose ricche in foraminiferi pelagici (Formazione "Argille del Santerno"eq.). Queste si spingono fino al margine dell'area di piattaforma.

Pliocene medio

Nel Pliocene medio si ha l'attivazione della grande fase tettonica appenninica. In questa fase tettonica compressiva, il cuneo sedimentario del flysch depositatosi nel Pliocene Inferiore è interessato da un sistema di rampe a vergenza nord-orientale che da origine a un grande allineamento di pieghe-faglia. Tale allineamento, detto "struttura costiera", si estende dalla costa romagnola fino all'area chietina, provocando parallelamente la migrazione dell'avanfossa in direzione nord-est. Anche nella nuova avanfossa si determina la deposizione di un nuovo cuneo sedimentario torbiditico, sovrapposto parzialmente al precedente, caratterizzato da facies prevalentemente sabbioso-argillose (Formazione "Porto Garibaldi" inferiore).

Pliocene medio-superiore

Nella parte alta del Pliocene medio, si determina la nuova riattivazione tettonica delle rampe appenniniche. Tale riattivazione è marcata da una generale discordanza nel bacino ("unconformity intra Pliocene medio") e da un episodio vulcanico ("livello cineritico"). A questa fase fa seguito la sedimentazione di una potente sequenza torbiditica fortemente sabbiosa (Formazione "Porto Garibaldi superiore").

Pleistocene inferiore

Per l'intermediario di una leggera discordanza, che drappeggia gli alti strutturali precedenti, segue il deposito di una sequenza poco potente di torbiditi sabbioso argillose (Formazione "Carola").

Pleistocene superiore

Il passaggio Pleistocene Inferiore - Superiore è marcato da un forte abbassamento relativo del livello marino. Il ritirarsi delle acque determina la generale progradazione del talus della piattaforma costiera dalla Pianura padana verso l'Adriatico settentrionale e centrale. In questa fase si deposita una sequenza, a luoghi potente, di argille finemente sabbiose, a giacitura clinoforme (Formazione "Ravenna").

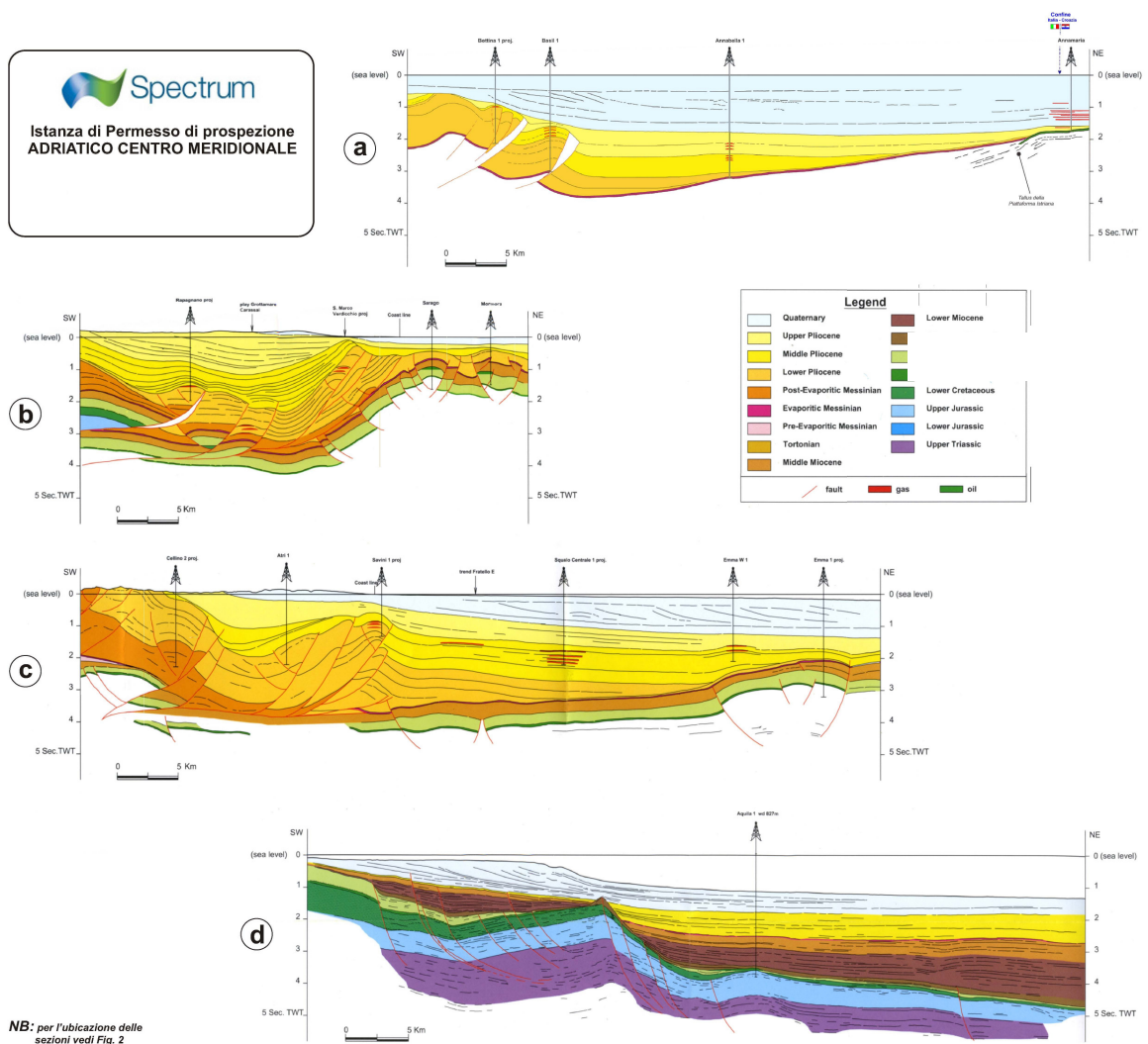


Figura 2.6 – Sezioni geologiche del bacino adriatico

Geologia degli idrocarburi dell'Adriatico centro meridionale

L'analisi condotta da Spectrum è stata effettuata sulla base dei dati geologici e geofisici pubblici disponibili presso gli uffici minerari del Ministero dello Sviluppo Economico. Questi dati, cui si è già fatto riferimento nel capitolo introduttivo, sono quelli acquisiti nel corso delle attività di esplorazione pregresse, condotte da altri operatori nell'area dei permessi di prospezione in progetto e, in generale, su tutta l'area adriatica.

I sistemi che hanno permesso la generazione, la migrazione e l'accumulo di idrocarburi nell'Adriatico Centrale e Meridionale sono essenzialmente tre:

- 1) Sistema petrolifero a gas biogenico - Questo sistema è caratterizzato dalla presenza di accumuli di gas metano nella serie sedimentaria Plio-Pleistocenica, deformata in pieghe e pieghe-faglia a vergenza generalmente nordorientale lungo il fronte appenninico esterno sulle unità carbonatiche di avampaese. La combinazione degli elementi di questo sistema petrolifero possono dare luogo a due situazioni principali:
 - a. gas di origine biogenica (metano 99%) in corpi sabbiosi torbiditici del Pliocene Medio e superiore (Formazione Porto Garibaldi). Questi corpi sabbiosi sono strutturati in pieghe e pieghe-faglia lungo il margine pedeappenninico o in pieghe nella zona di avampaese. I livelli argillosi presenti nelle serie flischyoidi, assicurano la necessaria copertura degli intervalli mineralizzati;
 - b. gas di origine biogenica (metano 99%) in sabbie del Pleistocene Inferiore, implicate in blande pieghe che drappeggiano strutture del substrato carbonatico. Di regola si tratta di serbatoi multi-layers, ossia costituiti da fitte alternanze di intervalli sabbiosi mineralizzati con strati prevalentemente argillosi. In questi casi, il gas è generato "in situ" negli strati argillosi ed è espulso nei corpi sabbiosi che si trovano a contatto. Le argille, oltre a generare il gas, rappresentano altresì la copertura.

I giacimenti ascrivibili a questo sistema petrolifero, situati prevalentemente nell'area dell'Adriatico centrale, rivestono un importante interesse economico

legato alla produzione di riserve rilevanti di gas da giacimenti sfruttati dall'ENI e dall'EDISON (Barbara, Bonaccia, Annabella, Clara Est). Un altro importante gruppo di giacimenti (Squalo Centrale ed Emma Ovest), è localizzato nell'area del Bacino di Pescara.

2) Sistema petrolifero misto (olio & gas) - Questo sistema, che interessa la sezione delle unità pre-Plioceniche di piattaforma carbonatica e di bacino, si sviluppa in due differenti contesti lito-stratigrafici e strutturali:

a. margine esterno appenninico: accumuli di olio prevalentemente pesante associato a gas termogenico in breccie calcaree bioclastiche, risedimentate, intercalate nella serie paleocenica e cretacea superiore della Scaglia calcarea. Le trappole presentano in generale una situazione di chiusura strutturale a quattro vie. Questi accumuli sono generalmente allineati, o localizzati in posizione adiacente, lungo le rampe della "struttura costiera" (vedi sezione precedente). In questo sistema, la roccia madre è costituita dalla formazione "Calcarei di Emma", di età liassica inferiore, costituita da una potente sequenza carbonatica depositasi in un ambiente di piattaforma a circolazione ristretta confinata all'interno del dominio di piattaforma carbonatica della formazione "Massiccio". I modelli geochimici indicano che la roccia madre è entrata nella finestra di generazione di olio in un'età riconducibile alla fessurazione pliocenica inferiore del margine adriatico centrale. In questa fase si sarebbe quindi generato il gas termogenico e l'olio mediamente pesante che, migrando verso Nord-Est, sarebbero andati a riempire le preesistenti trappole strutturali dell'avampaese (di età pirenaica e sud-alpina). I giacimenti tipicamente ascrivibili a questo sistema sono quelli di Sarago, Mormora, David, Piropo nell'Adriatico Centrale.

b. margine esterno del Bacino Ionico: accumuli di olio, associato o meno a gas termogenico, in calcari di bacino di età cretacea o giurassica, in trappole strutturali generatesi nelle fase austriaca o pirenaica. Questo tema di ricerca è localizzato nella zona della depressione ionica e nella fascia profonda lungo la fascia di bacino che borda il margine esterno (verso est) della Piattaforma Apula. La roccia madre è costituita anche

in questo caso dai "Calcari di Emma", che raggiungono la maturità nella finestra ad olio a seguito della fase di grande subsidenza di età terziaria che ha interessato tutto il bacino ionico. Il giacimento più importante del sistema è quello di Aquila.

- 3) Sistema petrolifero ad olio pesante - Questo sistema petrolifero, che rappresenta un tema di ricerca "classico" dell'Adriatico, interessa le unità del substrato pre-pliocenico di piattaforma carbonatica. Gli accumuli, anche molto importanti in termini di riserve, sono di olio pesante, con tenore in zolfo variabile, contenuti in calcari mesozoici di età da Cretacea a Triassica delle unità di avampaese. Queste rocce serbatoio sono caratterizzate da una porosità primaria molto bassa ma da una buona porosità secondaria per fatturazione. Le trappole sono di tipo strutturale generalmente associate a tettonica di inversione, ossia di riattivazione in compressione di preesistenti faglie distensive. Anche per questi oli, si ritiene che la roccia madre sia rappresentata dai "Calcari di Emma". In questo caso tuttavia, poiché questa formazione si trova in una zona debolmente deformata (zona di avampaese) la roccia madre potrebbe non essere entrata completamente nella finestra ad olio, raggiungendo pertanto un grado minore di maturità da cui la scarsa qualità dell'olio. La migrazione può essere laterale o verticale, attraverso il sistema di fratture. Gli accumuli più significativi del sistema sono quelli di Emilio ed Emma in Adriatico centrale. Un caso particolare di accumulo di olio pesante è costituito dal grande campo di Rospo Mare. Tale giacimento è ubicato sulla Piattaforma Apula in una zona adiacente al bacino dei "Calcari Emma". In questo caso si può ipotizzare che l'olio sia migrato lateralmente dal depocentro del bacino verso Sud Ovest e verso l'alto all'interno della serie di Piattaforma Apula, andandosi a intrappolare nella parte più porosa della medesima serie carbonatica.

2.2.2.2 Morfologia dei fondali e batimetria

Il Mare Adriatico è il bacino più continentale del Mediterraneo (escluso il Mar Nero) e può essere considerato come un bacino semi-chiuso circondato dalle catene montuose degli Appennini, ad Ovest, delle Dinaridi, ad Est, delle Alpi meridionali, a Nord.

Esso è caratterizzato da una forma allungata, con l'asse maggiore (orientato da Nord-Ovest a Sud-Est) lungo all'incirca 800 km e con asse minore variabile tra gli 80 e i 200 km, con una superficie complessiva di circa 130.000 km², pari a circa il 4,6 % dell'area del Mare Mediterraneo. E' separato a Sud dal Mare Ionio dallo stretto di Otranto (ampio circa 72 km) in corrispondenza del quale è localizzata una fossa sottomarina profonda circa 800 km.

Gran parte dei suoi fondali, circa il 73%, ha una profondità inferiore ai 200 m ed è caratterizzato da una piattaforma continentale estesa nella parte settentrionale e centrale, dominata una profondità media di 70-80 m, con un massimo di 270 m tra Pescara e Sebenico; l'Adriatico centrale presenta un' area depressa con profondità massime di poco superiori ai 250 mentre quello meridionale è caratterizzato morfologicamente dalla scarpata continentale che determina la depressione del bacino di Otranto, dove la profondità supera di poco i 1200 m (profondità massima 1223 m) e risale all'incirca a 800 m in corrispondenza della soglia del Canale d'Otranto (Figura 2.7 e Figura 2.8).

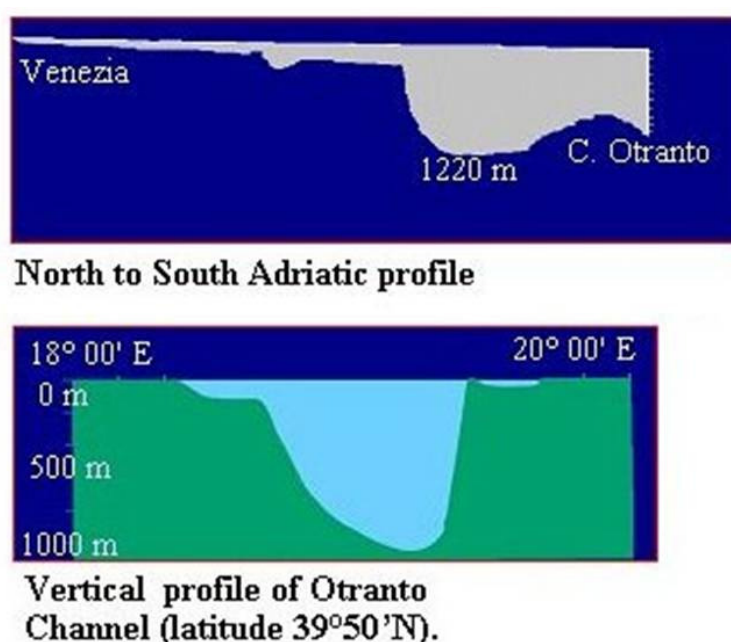


Figura 2.7 – Profili batimetrici del Mare Adriatico: N-S (in alto) e Canale di Otranto (in basso).
Fonte: FAO-Adriamed

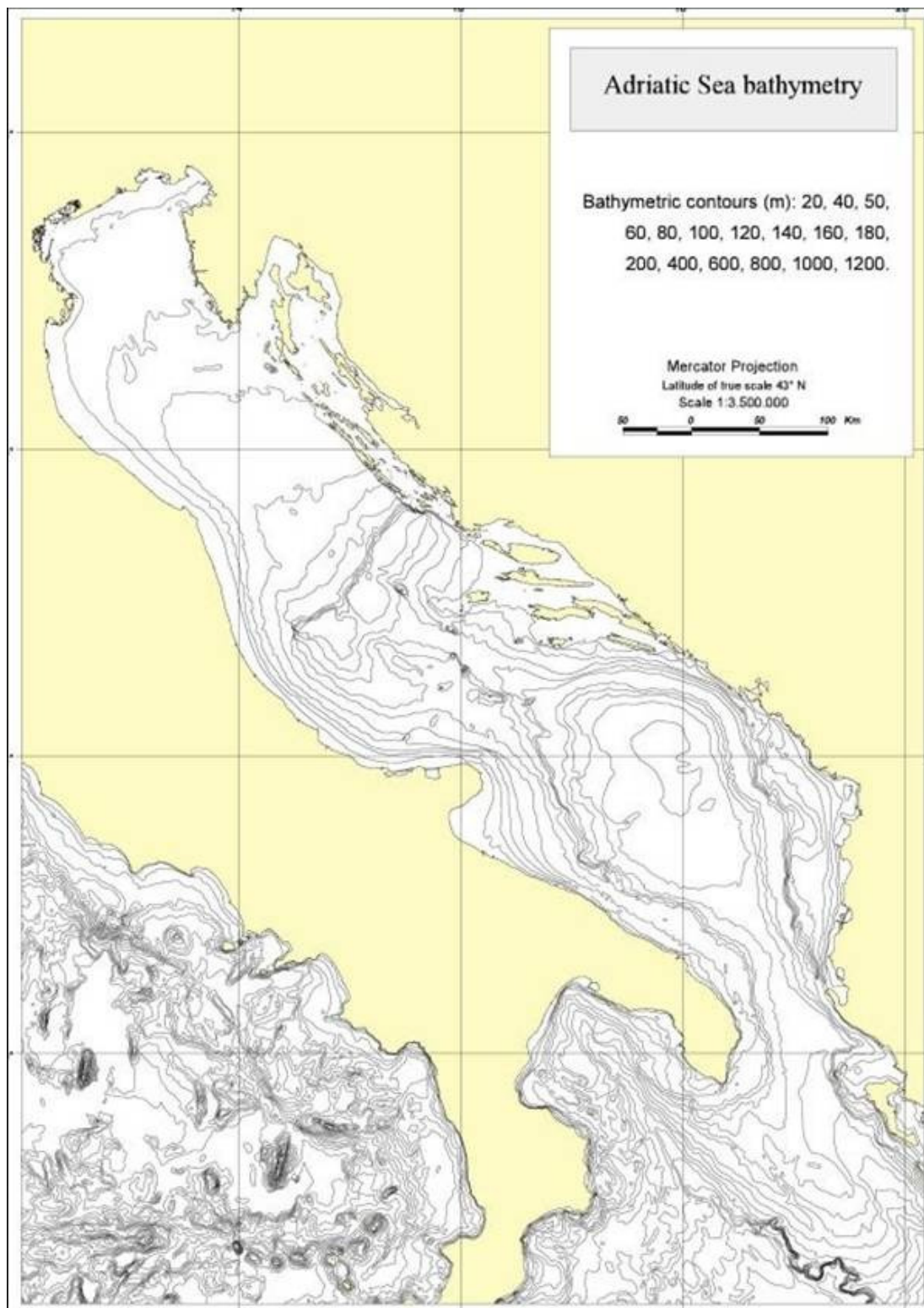


Figura 2.8 – Carta batimetrica del Mare Adriatico. Fonte: FAO-Adriamed

I caratteri morfologici del bacino, risultanti dall'evoluzione geodinamica e sedimentaria descritta nei precedenti paragrafi, permettono di suddividerlo in tre distinti bacini: Settentrionale, Centrale e Meridionale, caratterizzati da profondità molto diverse: fino a 1223 metri (bacino meridionale), fino a 270 metri (bacino centrale) e fino ad un massimo di 100 metri (bacino settentrionale).

Si riporta nel seguito la descrizione morfo-batimetrica dei diversi bacini e sottobacini come riportati nella Figura 2.9.

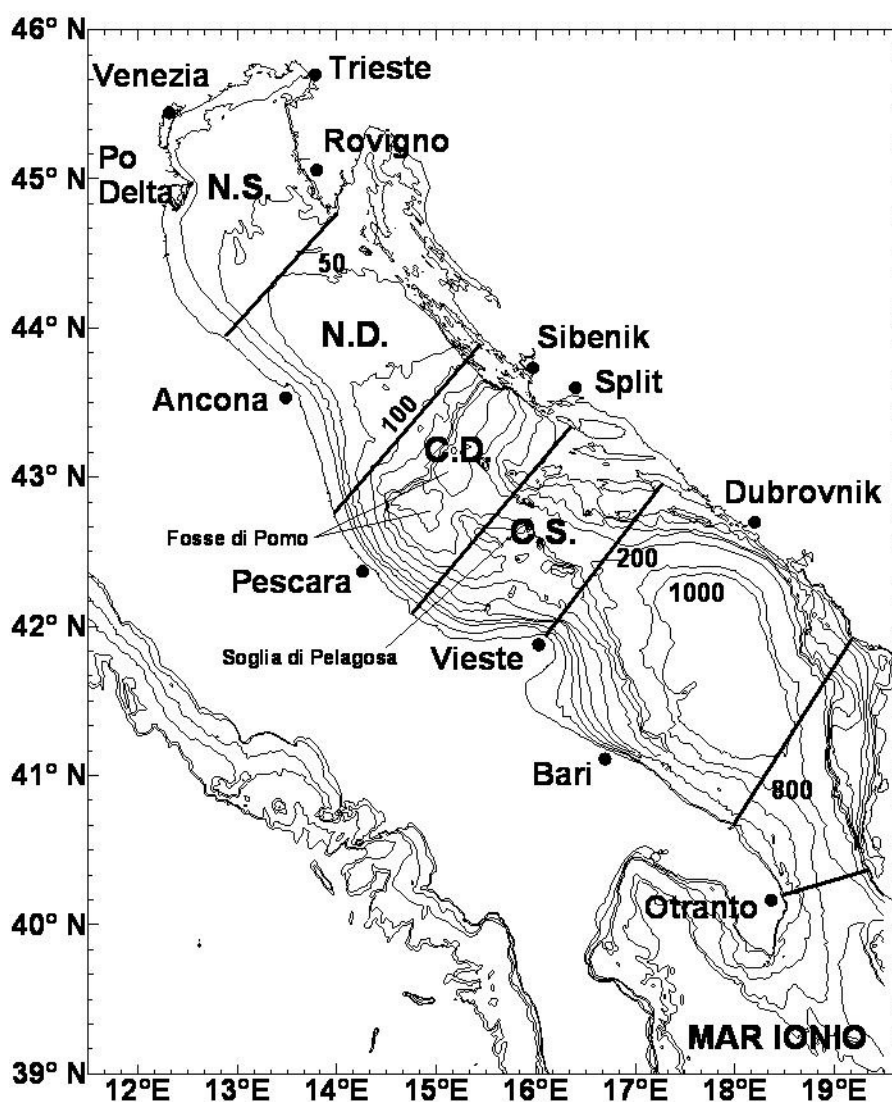


Figura 2.9 – Batimetria e bacini del Mare Adriatico. Fonte: ISMAR-CNR

Bacino Settentrionale (N)

Il bacino settentrionale, da Trieste alla trasversale Giulianova - Isola Incoronata, è caratterizzato da fondali relativamente bassi che degradano dolcemente da nord verso sud e dalla costa occidentale verso il centro. Lungo la costa orientale si ha un gradiente batimetrico costa largo più pronunciato. Ha una profondità media di circa 50 metri, mentre la sua profondità massima non supera i 100 m. Nonostante la sua modesta superficie rispetto a quella del Mediterraneo (24.550 km² che è pari ad 1/112 dell'intero Mediterraneo) e l'ancora più modesto volume (1.228 km³ pari ad 1/3562 del volume del Mediterraneo) l'Adriatico settentrionale riceve circa il 15 % di tutte le acque di apporti fluviali del Mediterraneo.

In relazione ai fondali, alle masse d'acqua ed alla loro dinamica può essere a sua volta suddiviso in: Nord Adriatico poco profondo (North Shallow) e Nord Adriatico profondo (North Deep).

Nord Adriatico poco profondo (NS)

La sub-area NS va da Trieste fino all'isobata dei 50 metri situata lungo la trasversale Cattolica-Pola e presenta fondali di profondità inferiore a 50 m (profondità media inferiore a 30 m). In questa sub-area sfocia il fiume Po insieme ai principali fiumi alpini (Adige, Brenta, Tagliamento, Isonzo) che forma, nel periodo invernale, una massa d'acqua particolarmente densa dovuta alla bassa temperatura. In questa zona dell'Adriatico, nel periodo invernale, per effetto della Bora si forma l'acqua più densa del Mediterraneo, $\sigma_t > 29.9 \text{ kg/m}^3$.

Nord Adriatico profondo (ND)

La sub-area ND va dall'isobata dei 50 m all'isobata dei 100 m, dalla trasversale di Cattolica-Pola alla trasversale Giulianova-Isola Incoronata.

Tale area è caratterizzata, da un punto di vista morfologico, dalla presenza lungo la costa occidentale del promontorio del Conero che costituisce un fattore perturbante sulla corrente costiera occidentale, provocando vortici e filamenti. Da un punto di vista batimetrico è caratterizzata, lungo il settore occidentale, da una evidente scarpata continentale, che in circa 10 miglia porta il fondale da 20 m a 70-

100 m, mentre il settore orientale è caratterizzato dalla presenza di una miriade di isole ed isolotti.

Bacino Centrale (C)

Il bacino centrale è morfologicamente caratterizzato dalla presenza della depressione mesoadriatica e si estende dalla trasversale Giulianova-Isola Incoronata alla trasversale Vieste-Curzola.

La depressione mesoadriatica è costituita da tre fosse (Jakula o del Pomo) poste lungo una trasversale Nord Est - Sud Ovest, perpendicolare all'asse del bacino e con andamento contrario alla vergenza tettonica e strutturale dell'Appennino: la prima fossa, occidentale, è profonda 240 m circa, quella centrale è profonda circa 270 m e quella orientale raggiunge una profondità massima di circa 238 m; la fossa occidentale è separata da quella centrale da un dosso la cui profondità di soglia è di circa 188 m.

Il complesso delle fosse è collegato con la parte più profonda dell'Adriatico meridionale mediante un canale che ha una profondità minima di 163 m (soglia di Pelagosa).

Anche l'Adriatico centrale può essere suddiviso in due sottobacini: settentrionale, dominato dal complesso delle fosse, e meridionale caratterizzato dalla presenza di un canale centrale (canale di Pelagosa).

Area dominata dalle Fosse Mesoadriatiche (CD – Central Depression)

Tale sub-area è compresa fra la trasversale di Giulianova-Incoronata a nord e la trasversale Vasto-Lissa a Sud. Nel settore nord dell'area una ripida scarpata porta il fondale da 100 m a circa 270 m nello spazio di 3-5 miglia marine, determinando una netta separazione tra l'Adriatico centrale e quello settentrionale. Le isobate, lungo il versante occidentale, presentano una curvatura destrorsa con un gradiente batimetrico dalla costa verso il largo molto più accentuato rispetto al Nord Adriatico. Lungo il versante orientale il gradiente batimetrico è ancora più accentuato e in brevissimo spazio si passa dall'isobata dei 100 m a quella dei 200 m.

Area della soglia di Pelagosa (CS – Central Sill)

Tale sub-area si estende dalla trasversale di Vasto-Lissa a Nord alla trasversale Vieste-Curzola verso Sud. È costituita dall'area di piattaforma continentale che congiunge l'Adriatico centrale con quello meridionale attraverso una soglia di 163 m di profondità (soglia di Pelagosa). Le isobate, lungo la costa occidentale, continuano ad avere un'accentuata curvatura che condiziona la propagazione delle acque di fondo da nord verso sud.

Bacino Meridionale

Il sottobacino meridionale si estende dalla linea di convergenza Vieste-Spalato fino allo Stretto di Otranto ed è occupato in gran parte da un'ampia depressione (Fossa Sud Adriatica) con profondità massima di 1270 m; è caratterizzato da una piattaforma continentale molto stretta (20-30 km), una scarpata continentale ripida che arriva fino a 1000 m di profondità ed una piana abissale piuttosto uniforme. L'area dello Stretto di Otranto va dalla trasversale Brindisi-Bar fino alla trasversale Otranto-Valona.

Il bacino meridionale nel suo complesso ha un andamento allungato in direzione Nord Ovest - Sud Est, sub parallelo alle coste pugliesi e dalmato-albanesi. Il bacino è caratterizzato da una morfologia piuttosto regolare, interrotta solo eccezionalmente dalla presenza di rilievi sottomarini (Monte Dauno, al largo di Bari). La sua profondità scende al di sotto dei 1200 m in corrispondenza della Fossa Sud Adriatica e risale a circa 800 m in corrispondenza dello Stretto di Otranto.

Lo Stretto di Otranto ha un'ampiezza minima di 75 km, un asse longitudinale orientato in direzione Nord-Sud ed è caratterizzato da una soglia di circa 800 m di profondità, in corrispondenza del Canale d'Otranto, che separa le acque profonde dell'Adriatico meridionale (depressione sudadriatica) dal più profondo Mare Ionio.

Lo stretto di Otranto è riconosciuto come un'importante regione nella quale differenti masse d'acqua che si originano dal Mare Adriatico, dal Mare Ionio e dal Mare Egeo orientale, si scambiano e a loro volta influenzano la circolazione termalina dei bacini adiacenti.

In base alle caratteristiche morfologiche e batimetriche del mare Adriatico centrale e meridionale, le aree dei due permessi di prospezione risultano così caratterizzate:

- **“d 1 B.P.-SP”**: ricade nei settori “Nord Adriatico Profondo” e “Bacino Centrale” del mare Adriatico; in base alle caratteristiche morfo-batimetriche di tali settori le profondità dei fondali interessati delle attività di prospezione sismica variano tra circa 50 metri, in corrispondenza del limite superiore dell’area del permesso situato al largo della costa compresa tra Cattolica e Pesaro, e 100 metri, al largo della costa di Giulianova; nel settore più meridionale dell’area del permesso, compreso tra Giulianova e Termoli, la profondità varia da un minimo di 100 metri (limite occidentale dell’area del permesso) ad oltre 200 metri (240 circa) in corrispondenza della fossa più occidentale della depressione mesoadriatica, con un gradiente batimetrico dalla costa verso il largo molto accentuato;
- **“d 1 F.P.-SP”**: ricade nel “Bacino Meridionale” del mare Adriatico, caratterizzato morfologicamente dalla Fossa Sud Adriatica, che occupa la porzione orientale del permesso; in base alle caratteristiche morfo-batimetriche di tale settore, le profondità dei fondali interessati delle attività di prospezione sismica sono superiori a 100 metri, fatta eccezione per la piccola porzione dell’area del permesso situata nel Golfo di Manfredonia in cui le profondità sono comprese tra 50 e 100 metri, ed arrivano ad oltre 1100 metri in corrispondenza della Fossa Sud Adriatica. Nel Canale d’Otranto, al margine meridionale dell’area del permesso, le profondità superano i 900 metri.

2.2.3 Ambiente marino

2.2.3.1 Caratteristiche fisico - chimiche

Per descrivere i principali parametri fisico-chimici delle acque del Mar Adriatico sono stati utilizzati i dati resi pubblici dall'ISMAR – CNR di Ancona, basati su diversi data base (data base ATOS - Adriatic Temperature Oxygen and Salinity per il bacino Settentrionale e Centrale, costituito di 5543 stazioni operative dal 1911 utilizzato in numerosi studi oceanografici e climatologici del bacino Adriatico; data base europeo MATER - Mass Transfer and Ecosystem Response per il bacino meridionale, dati oceanografici 1996 - 1999).

Flusso di calore e temperatura

Masse d'aria di diversa origine hanno un'influenza notevole sul bacino Adriatico, essendo responsabili degli scambi di calore tra la superficie marina e l'atmosfera.

I flussi di calore superficiale (definiti positivi se diretti dall'aria al mare), vengono generalmente calcolati mediante delle formule che utilizzano i dati atmosferici e marini a livello dell'interfaccia aria-acqua. Il flusso di calore totale in superficie (QT) climatologico annuale del Mare Adriatico è negativo, quindi, mediamente il bacino perde calore e, in condizioni stazionarie, importa calore dal Mediterraneo attraverso lo Stretto di Otranto.

Il bilancio termico superficiale negativo implica la formazione invernale di acque profonde a bassa temperatura; queste escono dal bacino e vengono sostituite da acque superficiali ioniche a temperatura e salinità più elevate (ISW) e da acque intermedie levantine (LIW) mantenendo così, su scala annuale, il bilancio termico e salino del Mare Adriatico.

Le stagioni oceanografiche, definite in base all'andamento del flusso di calore medio mensile alla superficie del mare, risultano così distribuite: in inverno, da gennaio ad aprile, il mare perde calore, mentre nel periodo estivo, da luglio ad ottobre, il mare riceve calore; i periodi di transizione (primaverile e autunnale) coincidono rispettivamente con i mesi di maggio-giugno e novembre-dicembre.

In Figura 2.10 (immagine di sinistra) è rappresentata la distribuzione della temperatura del mare in superficie (5 m di profondità) su tutto il bacino dell'Adriatico

nelle quattro stagioni. In inverno si ha un gradiente termico longitudinale nord-ovest/sud/est con una zona fredda nel centro dell'area che si protende dalla foce del Po verso la costa orientale dividendo praticamente in due l'area. La temperatura inferiore si localizza lungo la costa occidentale ($T < 8\text{ }^{\circ}\text{C}$) e quella massima è situata al largo e a sud, con circa $11,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Nel periodo primaverile la temperatura superficiale aumenta sensibilmente (circa $18\text{ }^{\circ}\text{C}$) e permane un leggero gradiente longitudinale con temperature più alte nel settore settentrionale rispetto a quelle del settore meridionale. In estate il campo termico è ancora più omogeneo, con valori medi di $22\text{-}22,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, leggermente più elevati lungo il settore nord-occidentale (intorno a $23,5\text{ }^{\circ}\text{C}$). In autunno tornano ad instaurarsi le condizioni invernali, con un forte gradiente nord-sud (da 11 a $15\text{ }^{\circ}\text{C}$).

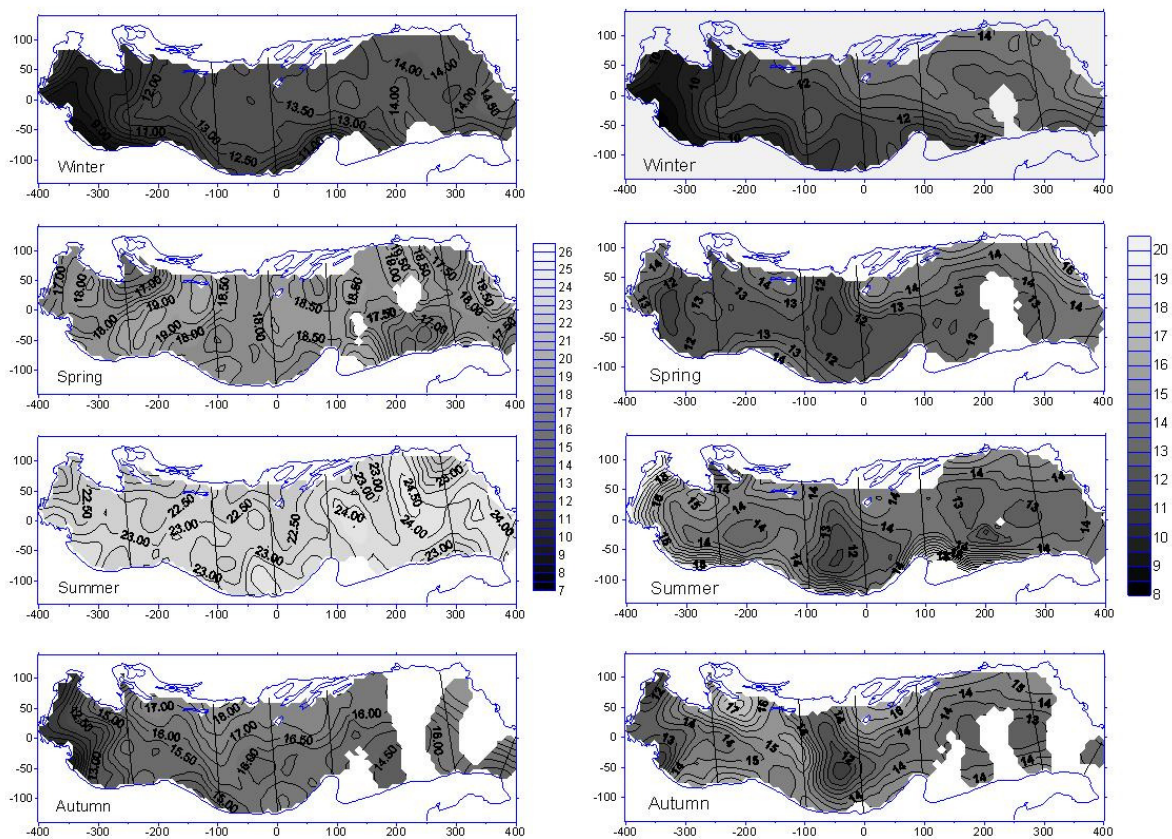


Figura 2.10 – Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) superficiale (sinistra) e di fondo (destra) del Mare Adriatico nelle diverse stagioni. Fonte: ISMAR-CNR

In Figura 2.10 (immagine di destra) è rappresentata la distribuzione della temperatura nello strato di fondo su tutto il bacino dell'Adriatico nelle quattro stagioni.

In inverno l'omogeneizzazione della colonna d'acqua fa sì che la distribuzione della temperatura sul fondo segua molto da vicino lo strato superficiale. Si ha infatti un gradiente termico longitudinale con una massa d'acqua più fredda nella zona centrale, con valori minimi, inferiori a 8°C, lungo la costa occidentale davanti al delta del Po. In primavera nella zona centrale dell'area si ha sempre la presenza di un nucleo più freddo (temperatura inferiore a 11.5 °C), verso nord e verso sud di tale zona la temperatura è superiore a 12.5 °C. In estate si ha un gradiente termico negativo dalla costa al largo su tutta l'area; quindi al centro dell'area si ha una massa d'acqua fredda con temperatura inferiore a 14 °C e tutto attorno acque più calde con i valori massimi davanti a Venezia e nel golfo di Trieste. In autunno la temperatura sul fondo diminuisce notevolmente, con valori inferiori a 12 °C nel settore centro e nord, mentre nel settore meridionale dell'area, sia lungo la costa occidentale che quella orientale, i valori della temperatura sono ancora superiori a 15 °C.

Si descrivono nel seguito le caratteristiche termiche dei diversi settori del Mare Adriatico già definiti in base alle caratteristiche morfo-batimetriche (vedi. Cap. 2.2.2.2) a partire dal settore North Deep.

Adriatico Settentrionale profondo (North Deep - ND)

➤ Temperatura superficiale

In inverno tale settore è caratterizzato da un gradiente termico trasversale maggiore rispetto a quello longitudinale, con basse temperature lungo il lato occidentale ($T < 10$ °C) e con temperature più omogenee sul lato orientale, con valori intorno a 12 °C. In primavera, a causa del nucleo di acqua fredda situato nel golfo del Quarnaro, si ha un gradiente termico longitudinale da nord verso sud con valori più alti al centro dell'area (T maggiore a 19, 5°C). L'estate è caratterizzata da una omogeneità termica su tutta l'area con temperature leggermente più calde lungo il settore occidentale ($T = 23$ °C) rispetto a quello orientale ($T = 21.5$ °C). In autunno il settore occidentale si è già notevolmente raffreddato ($T < 15$ °C) mentre il settore orientale ha ancora una temperatura superiore a 17 °C.

➤ Temperatura di fondo

Nel periodo invernale, analogamente allo strato superficiale, anche sul fondo si ha un gradiente termico trasversale con temperature più fredde lungo la costa

occidentale ($T < 10$ °C) rispetto a quella orientale ($T = 12$ °C). In primavera nel centro dell'area è presente uno strato di acqua più fredda, che seguendo le isobate tende a scorrere lungo la scarpata occidentale. Lungo i bordi, sia occidentale che orientale, si risente del riscaldamento primaverile con temperature leggermente più alte lungo la costa occidentale. Nel periodo estivo il riscaldamento determinato dalla maggiore e più intensa insolazione, prevale lungo la costa occidentale, con valori di temperatura superiore a 15.5 °C, mentre lungo le coste orientali si ha una temperatura che raggiunge i 15 °C. Il centro del bacino è occupato da un nucleo di acqua più fredda ($T = 13,5$ °C). In autunno persiste nel centro dell'area una massa d'acqua fredda ($T = 14$ °C), mentre lungo i due bordi laterali si hanno temperature superiori a 15,5 °C lungo il lato occidentale e 17 °C, lungo il lato orientale)

➤ **Colonna termica** (Figura 2.11)

Nel periodo invernale la colonna termica è omogenea, intorno a 11,5 °C. Nel periodo primaverile si ha già un gradiente termico negativo, con valori della temperatura di circa 19 °C in superficie e di 13.5 °C a 40 metri. Da 40 a 70 m il gradiente diminuisce e la temperatura diminuisce di solo 1 °C in 30 m; da 70 m al fondo si ha una leggera inversione termica e la temperatura sul fondo risale fino circa 13 °C. In estate si riscontra la normale situazione di stratificazione termica, con un primo strato di circa 10 m con temperature comprese fra 21,5 e 22,5 °C e, fra 10 m e 40 m, un termoclino stagionale con una temperatura alla base di 14.5 °C. Da 50 m fino al fondo la temperatura diminuisce con un minimo a 70 m (circa 13.7 °C) e un lieve rialzo sul fondo. In autunno la colonna d'acqua torna ad essere omogenea (15.5 °C - 16 °C) ma con una leggera inversione termica. A 40 m si ha infatti un massimo di circa 16.2 °C dopo il quale la temperatura torna diminuire fino a 14.5 °C e a risalire verso il fondo (circa 16 °C).

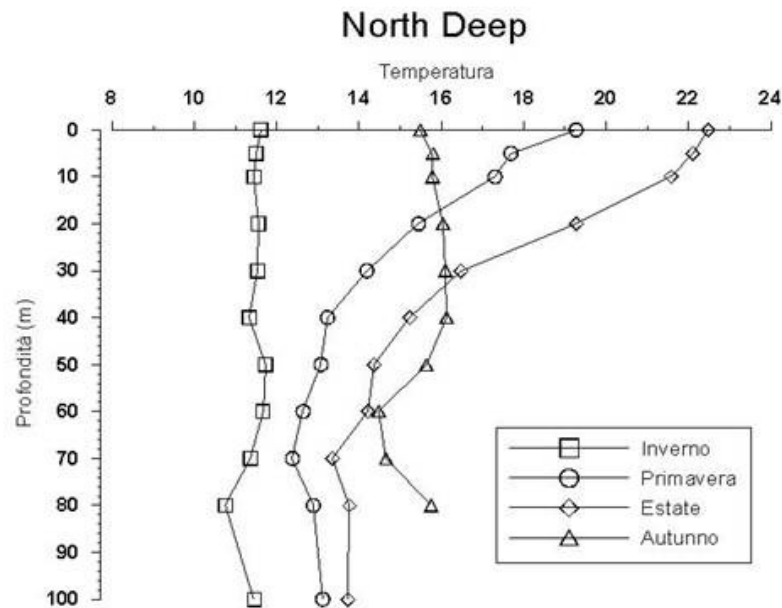


Figura 2.11 – Colonna termica

Adriatico Centrale profondo - Fosse Mesoadriatiche (Central Depression-CD)

➤ **Temperatura superficiale**

In inverno, a parte un leggero gradiente dalla costa verso il largo, lungo il settore occidentale, l'area è dominata da una omogeneità termica intorno a 12.5 °C. Anche la primavera è caratterizzata da una omogeneità termica con valori però più alti, intorno a 18 °C. In estate si hanno temperature comprese fra i 22 °C della costa orientale e i 24 °C della costa occidentale, con un massimo localizzato di fronte a Pescara. In autunno lo strato superficiale torna a raffreddarsi, più velocemente lungo la costa occidentale e al centro (16 < T < 16,5 °C) che nel settore orientale dove si hanno ancora temperature superiori a 18 °C.

➤ **Temperatura di fondo**

In inverno nel centro delle fosse (zona centrale dell'area) si ha il massimo di temperatura (T > 12,5 °C), analogo a quello lungo la costa orientale, mentre lungo la costa occidentale la temperatura è leggermente più bassa (T < 11 °C). In primavera la massa d'acqua del centro si raffredda (T < 11.5 °C) ed è presente un leggero gradiente termico negativo costa-largo lungo il settore occidentale. In estate la massa d'acqua fredda presente sul fondo delle fosse

mesoadriatiche è più definita, mentre lungo le coste il maggiore riscaldamento estivo si risente anche sul fondo. Ne deriva quindi un più evidente gradiente termico negativo costa-largo, più marcato lungo il lato occidentale, dove si passa da circa 18 °C di sotto costa a 11.5 °C del centro. In autunno la massa d'acqua fredda presente al centro dell'area è ancor più definita, questa si allunga verso oriente interessando quindi l'intero complesso delle fosse, di conseguenza si ha un gradiente termico negativo dai bordi dell'area verso il centro, si passa cioè da 14.5 °C lungo i bordi a 11.5 °C del centro. La massa d'acqua fredda di fondo è allungata anche verso sud lungo il canale che porta alla soglia di Pelagosa.

➤ **Colonna termica** (Figura 2.12)

In inverno la colonna d'acqua dalla superficie al fondo è quasi omogenea con un leggero gradiente negativo, passando dai 13.2 °C della superficie ad 11.6 °C del fondo. In primavera inizia il riscaldamento superficiale la temperatura infatti già raggiunge il valore di 19.1 °C; poi questa decresce fino alla profondità di 50 metri dove si ha una temperatura di 14 °C . Da questa quota al fondo la temperatura continua a diminuire ma molto più lentamente, raggiungendo il valore di circa 11.0 °C, più freddo del valore invernale. Ciò è dovuto al fatto che in primavera incominciano ad arrivare nelle fosse mesoadriatiche le acque dense e fredde che si sono formate nel periodo invernale nella parte nord dell'Adriatico per effetto della bora. In estate si riscontra uno strato superficiale, con temperatura omogenea intorno a 23 °C di circa 10 m di spessore. Segue il termoclino, con una temperatura di 15.3 °C a 40 metri (base del termoclino); da qui la temperatura continua a diminuire con la profondità, ma più lentamente, raggiungendo 10.8 °C sul fondo. In autunno la temperatura dello strato superficiale diminuisce notevolmente ($T=15.9^{\circ}\text{C}$) ed il calore accumulato durante l'estate nella parte superficiale della colonna d'acqua viene trasferito in profondità.

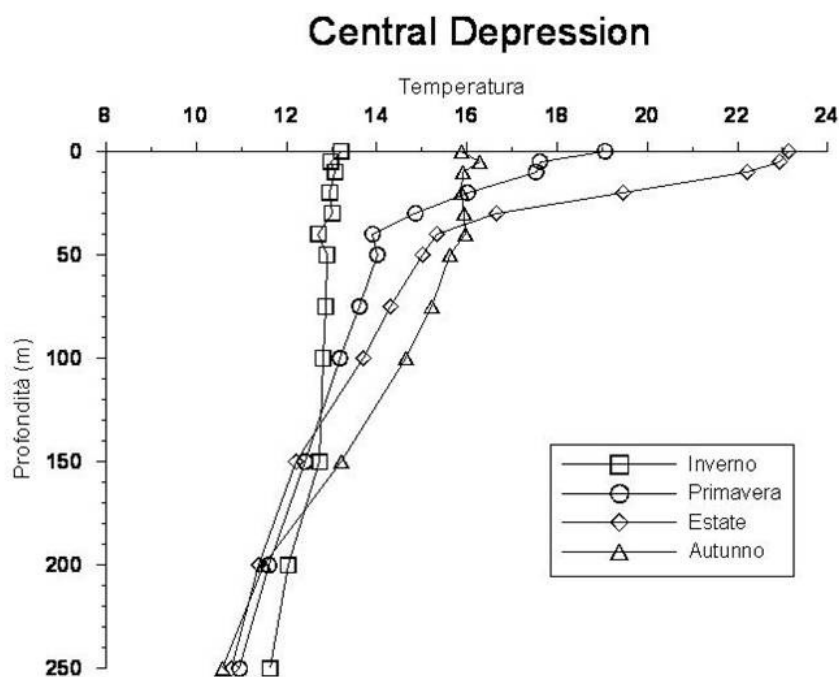


Figura 2.12 – Colonna termica

Adriatico Centrale – Soglia di Pelagosa (Central Sill – CS)

➤ **Temperatura superficiale**

In inverno il settore occidentale dell'area è molto più freddo del lato orientale, 11 °C contro i 14.5 °C. Solo lungo la fascia costiera occidentale si ha un gradiente termico positivo costa-largo. In primavera si ha uno strato superficiale quasi omogeneo con valori della temperatura intorno a 18 °C. Nel periodo estivo si riscontra un leggero gradiente termico negativo dalla costa occidentale (T = 23.5°C) verso il largo e la costa orientale (T = 22 °C). In autunno il gradiente termico trasversale si inverte rispetto al periodo estivo e si passa da una temperatura di 17 °C lungo la costa orientale ad una di 15.5 °C nel centro dell'area e a 16 °C nella zona occidentale.

➤ **Temperatura di fondo**

Nello strato di fondo nel periodo invernale si ha un evidente gradiente termico trasversale con temperature più alte lungo la costa orientale (comprese fra 13.5 e 14.0 °C) e più fredde lungo la costa occidentale (11.5 °C). In primavera nel settore orientale troviamo all'incirca lo stesso gradiente costa-largo (da 14.5 °C a 12.5 °C), mentre il centro e il settore occidentale dell'area è dominata da una massa d'acqua fredda (T < 12.5 °C) che tende a propagarsi

verso sud. Nel periodo estivo è evidente la presenza, lungo il settore occidentale dell'area, di acque fredde di provenienza nord adriatica che determinano un forte gradiente costa-largo, da circa 16 °C a 11.5 - 12 °C, mentre nel settore orientale la temperatura, sia lungo la costa che al largo, è pari a circa 15 °C. In autunno la presenza di acqua fredda, che dalle fosse mesoadriatiche si propaga verso sud lungo il canale che porta alla soglia di Pelagosa e successivamente verso la depressione del basso Adriatico, è molto evidente e determina un gradiente termico negativo rispettivamente dalla costa occidentale ed orientale verso il settore centrale.

➤ **Colonna termica** (Figura 2.13)

I profili termici lungo la colonna d'acqua sono molto simili a quelli della sub-area CD. In inverno si ha la normale omogeneizzazione della colonna d'acqua dalla superficie fino al fondo, 13.8 °C in superficie e 13.5 °C sul fondo, con un minimo di 12.6 °C a 170 m. In primavera si passa da 18.9 °C della superficie a 14.0 °C a 40 metri di profondità. Dalla profondità di 50 m si riscontra una lenta e graduale diminuzione della temperatura che da 14.4 °C arriva a 12.6 °C. In estate si ha uno strato superficiale con temperatura di circa 23.0 °C, il termoclino che da 10 a 40 metri di profondità passa da 23 °C a 15.2 °C, uno strato intermedio-profondo con la temperatura che raggiunge 13.1 °C a 170 m, mentre sul fondo (200 m) la temperatura risale leggermente a 13.6 °C. In autunno la temperatura media dello strato superficiale è leggermente più alta di quella della sub-area CD adiacente. Fino a 40 m di profondità la temperatura rimane quasi invariata e, fra 40 metri e il fondo, la temperatura diminuisce lentamente fino a raggiungere 13.6 °C sul fondo.

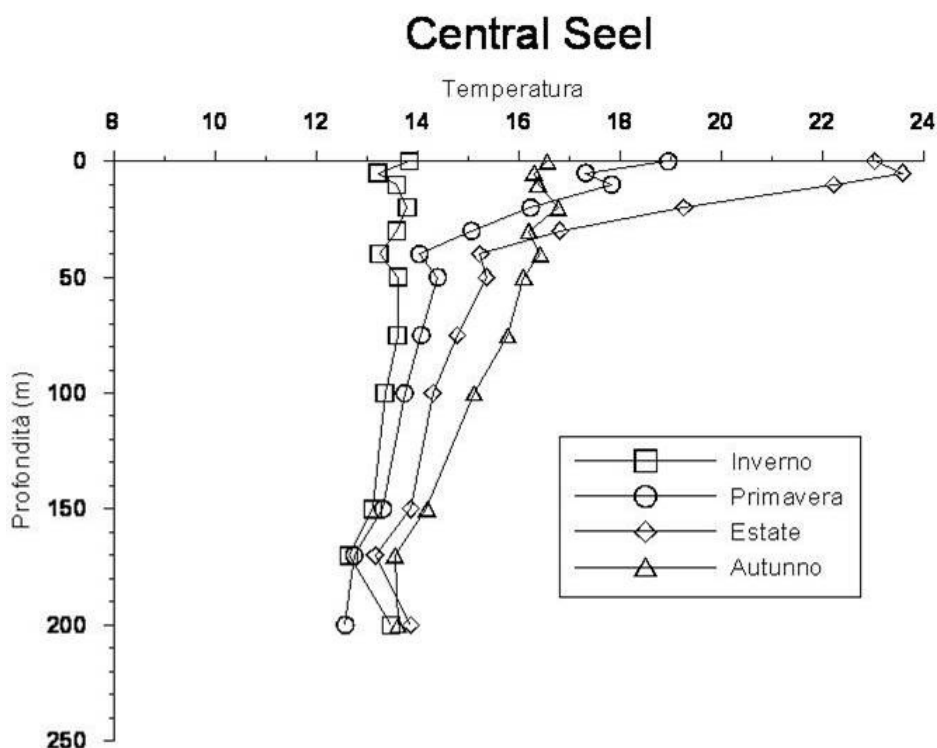


Figura 2.13 – Colonna termica

Adriatico Meridionale

➤ Temperatura superficiale

In inverno si riscontra una certa omogeneità attorno ai 14 °C – 14.5 °C. In primavera la zona più occidentale presenta temperature più basse rispetto a quella orientali con valori che vanno rispettivamente da 17 °C a circa 19.5 °C. Nel periodo estivo il bacino torna a raggiungere una certa omogeneità con valori che si aggirano attorno a 24 °C. In autunno si ha un leggero gradiente termico positivo dalla costa occidentale ($T = 15.5^{\circ}\text{C}$) verso la costa orientale ($T = 18^{\circ}\text{C}$).

➤ Temperatura di fondo

Nello strato di fondo, in inverno le temperature sono più alte lungo la costa orientale (circa 15 °C) e leggermente più fredde lungo la costa occidentale (13 °C). In primavera, e ancora in maniera più evidente in estate, la temperatura tende ad omogeneizzarsi attorno a 14 °C. In autunno, la carenza di dati nell'area considerata, non consente una dettagliata descrizione ma il bacino si mantiene ad una temperatura media di 13 °C.

➤ **Colonna termica** (Figura 2.14)

In inverno i valori di temperatura decrescono gradualmente dalla superficie al fondo (da 14.6 °C a 13.5 °C) per cui la colonna d'acqua appare quasi totalmente omogenea. In estate è evidente un primo strato di 15 – 20 m quasi omogeneo con una temperatura compresa fra 25 °C e 25.5 °C. A maggiori profondità, fino a circa 40 m, si ha un marcato termocline con una temperatura di 15.4 °C. Dai 40 m sino al fondo i valori risultano più o meno omogenei attorno a 14 °C. In autunno, come in inverno, la colonna d'acqua ritorna ad essere quasi del tutto omogenea, con una lieve diminuzione dalla superficie al fondo di circa 1 °C, da 14.5 °C a 13.5 °C.

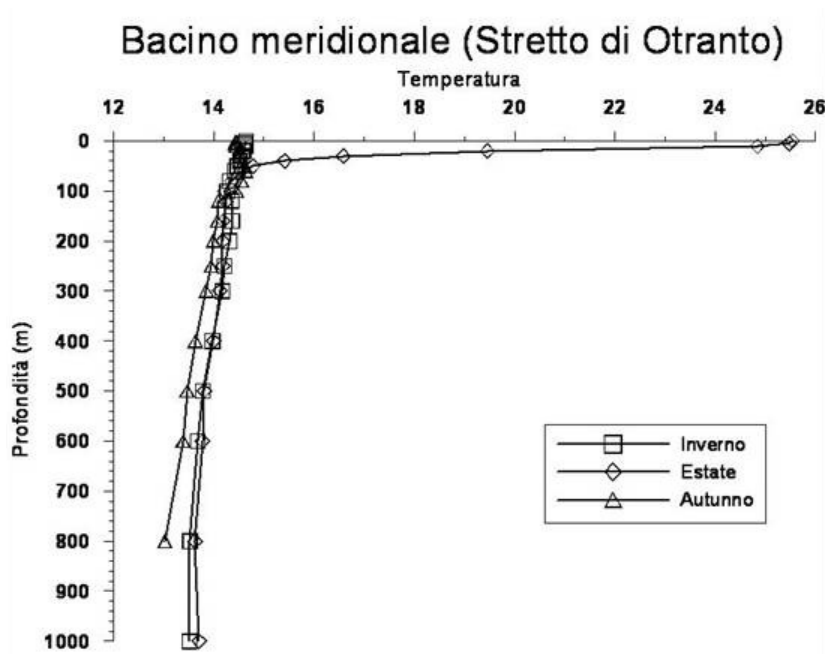


Figura 2.14 – Colonna termica

Salinità

L'Adriatico, come molti mari continentali e semi-chiusi, è molto influenzato dall'immissione fluviale di acque a bassa salinità afferenti al bacino idrografico la cui estensione minore estensione si riscontra presso Trieste, mentre la massima si riscontra in corrispondenza del bacino del Fiume Po. La portata dei fiumi, legata al regime di precipitazione e, in minor misura, allo scioglimento delle nevi, è massima in autunno e in primavera in relazione, rispettivamente, al tasso massimo di precipitazione e allo scioglimento delle nevi, mentre è minima nel periodo estivo,

fatta eccezione per i fiumi dell'area settentrionale che mostrano un minimo in inverno.

La media annuale della portata fluviale lungo tutte le coste adriatiche oscilla tra 5.500 m³/s e 5.700 m³/s; il solo fiume Po contribuisce con il 28% al runoff totale, corrispondente ad una portata di circa 1.500 m³/s, con variazioni stagionali che passano da un minimo di 400 m³/s ad un massimo di 8.000 m³/s. Il 45% dell'apporto fluviale totale proviene dalla costa orientale adriatica, il 19% dalla zona settentrionale e l'8% dalla costa occidentale del bacino. L'immissione fluviale media totale di acque a bassa salinità corrisponderebbe ad un aumento annuale di 1,17 m del livello marino per l'intero bacino.

Stime annuali del bilancio totale del bacino, calcolate da vari autori, risultano tutte negative (con valori compresi tra -0,5 m e 1,14 m) definendo così un guadagno di acqua dolce da parte dell'Adriatico e una conseguente esportazione dell'acqua in eccesso verso il Mediterraneo, attraverso lo Stretto di Otranto. Da tale condizione deriva che l'Adriatico è un bacino di diluizione e può essere considerato una fonte di acque a bassa salinità per l'intero Mediterraneo, dove il bilancio totale risulta positivo.

Considerando il ciclo annuale medio si può affermare che il guadagno di acqua nell'Adriatico raggiunge il minimo relativo in inverno avanzato (febbraio-marzo) e un massimo assoluto a maggio-giugno in relazione ad un elevato runoff fluviale e ad una evaporazione relativamente bassa. Il guadagno di acqua decresce ancora in estate (luglio-agosto) quando l'evaporazione, la precipitazione e il runoff fluviale raggiungono i minimi assoluti. L'autunno è caratterizzato, invece, da una variabilità collegata all'aumento di tutte le componenti, in particolare dell'evaporazione da settembre ad ottobre, e del runoff da ottobre a novembre.

In linea generale la salinità del mare Adriatico è relativamente alta, con valori medi di 38,3 psu (practical salinity unit) ed è possibile affermare che, sempre in linea generale, la salinità decresce da Sud verso Nord e dal mare aperto verso la costa. Il settore meridionale del bacino ha una salinità compresa 38,4 e 38,9 psu ed è maggiormente elevata a medie profondità.

Nella Figura 2.15 è rappresentata la distribuzione della salinità in superficie (5 m di profondità, immagine a sinistra) e quella al fondo (immagine a destra) su tutto il bacino dell'Adriatico nelle quattro stagioni.

Si descrivono nel seguito le caratteristiche di salinità dei diversi settori del Mare Adriatico già definiti in base alle caratteristiche morfo-batimetriche (vedi. Cap. 2.2.2.2) a partire dal settore North Deep.

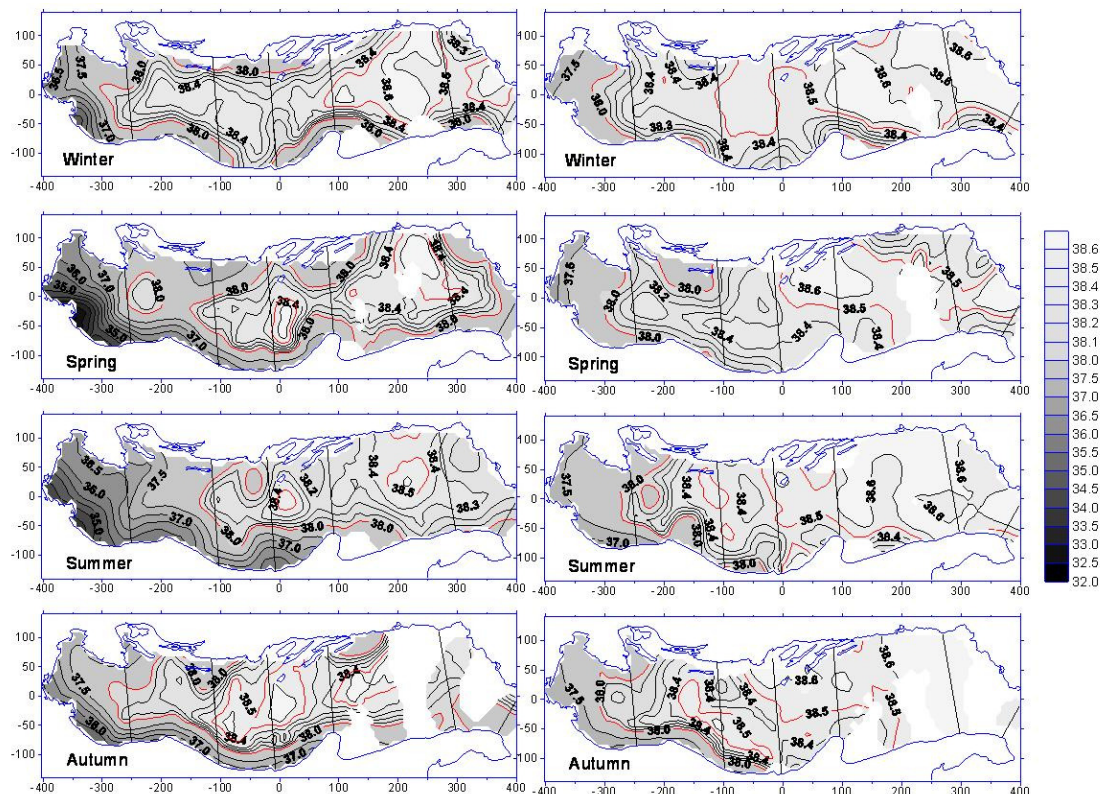


Figura 2.15 – Salinità (psu) superficiale (sinistra) e di fondo (destra) del Mare Adriatico nelle diverse stagioni. Fonte: ISMAR-CNR.

Adriatico Settentrionale profondo (North Deep - ND)

➤ **Salinità superficiale**

Lungo la costa occidentale si riscontra sempre la presenza di un marcato gradiente salino positivo costa-largo. La salinità minima si riscontra naturalmente sotto costa con un valore minimo di 35.5 psu in estate e un valore massimo di 36.5 psu in primavera e in autunno. In inverno si riscontrano i valori massimi di salinità, sia lungo le due coste, occidentale ed orientale, che al centro dell'area con un gradiente salino costa largo da ambo le parti (da 38 psu della costa orientale a 38.4 del centro e da 37.5 psu della

costa occidentale a 38.4 psu del largo). Nel periodo primaverile nel settore sud dell'area si nota l'intrusione di una massa d'acqua più salata proveniente dal centro e basso Adriatico, mentre nel settore nord un nucleo di tale massa d'acqua, isolato forse dalla presenza di un vortice. Nel periodo estivo si riscontra il maggiore livellamento del campo salino. Nel periodo autunnale la situazione è analoga al periodo invernale, con la parte centrale dell'area dominata da salinità pari a 38.1 psu - 38.2 psu, mentre lungo la costa occidentale si ha un più forte gradiente salino costa-largo.

➤ **Salinità di fondo**

Sul fondo è evidente nelle quattro stagioni la presenza di una massa d'acqua notevolmente più salata di quella che si trova lungo le coste. Il periodo invernale è la stagione con valori di salinità più elevati (salinità superiore a 38.4 psu) e lungo la costa occidentale è presente un gradiente costa largo. In primavera nella zona centrale dell'area la salinità è leggermente inferiore ($S=38.3$ psu) di quella del periodo invernale. Lungo la costa orientale la salinità è notevolmente più bassa ($S=38.0$ psu) di quella del periodo invernale. Nel periodo estivo il campo salino è più articolato. Nel settore settentrionale dell'area si ha l'isolamento, nel centro, di una massa d'acqua più dolce, mentre lungo la costa occidentale, a sud del promontorio del Conero, l'acqua più dolce costiera tende a spostarsi notevolmente verso il largo, per la presenza del promontorio che ha un effetto deviante sulla corrente costiera. Lungo la costa orientale è più evidente un gradiente salino Nord-Sud. Nel periodo autunnale lungo la scarpata occidentale fra le isobate di 50 e 100 metri è presente un gradiente salino molto pronunciato. Nella parte centrale dell'area i valori sono superiori a 38.5 psu e lungo la costa orientale, analogamente al periodo estivo, è più evidente un gradiente salino Nord-Sud.

➤ **Profili salini** (Figura 2.16)

Nei profili salini stagionali si denota che nello strato superficiale compreso fra 0 e 20 m è presente una evidente stagionalità, con valori più bassi in estate (da 36.3 psu della superficie a 37.9 psu a 20 m di profondità) e più alti in autunno (da 37.1 psu a 37.9 psu), leggermente più alti in primavera (da 37.2 psu in superficie a 38.1 a 20 m di profondità) e molto più alti in inverno (da 37.96 psu in

superficie a 38.3 a 20 m di profondità); da 30 metri fino al fondo i valori si mantengono fra 38.3 e 38.5 psu per tutte le stagioni.

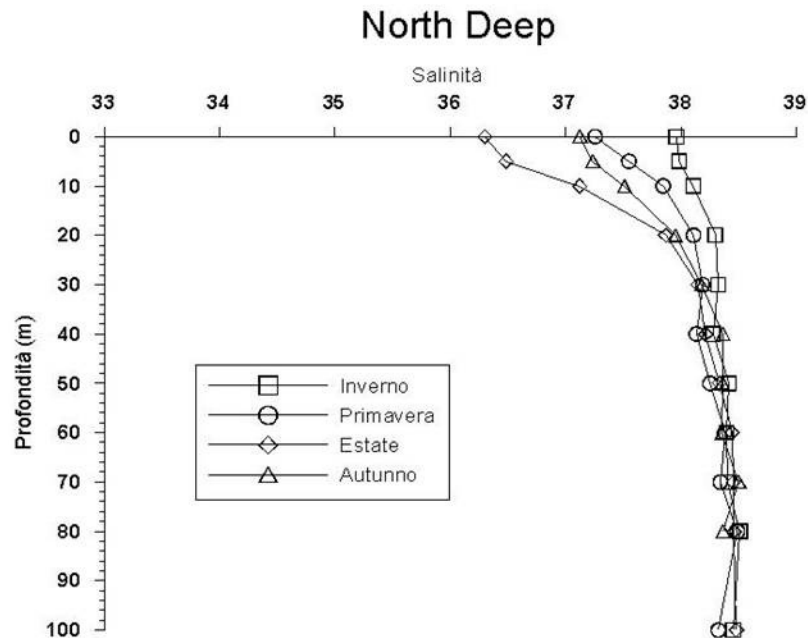


Figura 2.16 – Profili salini

Adriatico Centrale profondo - Fosse Mesoadriatiche (Central Depression - CD)

➤ **Salinità superficiale**

Nel periodo invernale quasi tutta l'area è occupata da una massa d'acqua di 38.4 psu che si protende verso la costa occidentale dove si riscontrano valori molto alti di salinità a fronte di valori più bassi lungo la costa orientale (inferiori a 38.0 psu). In primavera nella zona centrale dell'area è presente una massa d'acqua con salinità compresa fra 38 e 38.4 psu che si protende verso nord. Valori più bassi di salinità si trovano lungo le due coste ($S < 37.5$ psu). Nel periodo estivo la salinità lungo la costa occidentale è leggermente più bassa, mentre nella parte centrale è presente una salinità più elevata che tende ad interessare anche le coste orientali. Il periodo autunnale presenta i valori maggiori di salinità, con valori fino a 38.6 psu. Sia lungo la costa occidentale che lungo quella orientale si ha un evidente gradiente salino, molto più marcato lungo la costa occidentale.

➤ **Salinità di fondo**

Nel periodo invernale quasi tutta l'area è occupata da una massa d'acqua con salinità superiore a 38.5 psu. Anche in primavera il campo di salinità è notevolmente livellato intorno a valori di 38.3 - 38.4 psu. In estate lungo la costa occidentale è presente un gradiente costa-largo con valori di salinità sotto costa di 38.0 psu e di 38.3 al largo. Nel resto dell'area si ha una salinità di 38.3 psu a parte un nucleo con salinità superiore a 38.4 psu in corrispondenza delle fosse centrale ed orientale. In autunno lungo la fascia occidentale compresa fra le isobate di 50 e 100 m si ha un forte gradiente salino con valori da 38 a 38.5 psu. La salinità più alta, superiore a 38.5 psu, si riscontra al largo nel settore occidentale mentre verso la costa orientale, la salinità diminuisce leggermente ($S = 38.3$ psu) per poi, avvicinandosi a costa, aumentare ($S = 38.6$ psu).

➤ **Profili salini** (Figura 2.17)

Nello strato compreso fra 0 e 20 m la primavera e l'estate hanno un andamento molto simile, con valori di 37.8 e 37.9 psu in superficie e 38.3 psu a 20 m di profondità, ed analogamente in inverno e in autunno, con 38.3 psu in superficie e 38.46 e 38.39 a 20 m di profondità. Le quattro stagioni presentano un minimo a 40 m di profondità, con valori compresi fra 38.33 e 38.43 psu. Si riscontra poi un massimo compreso fra 50 e 150 m di profondità, rappresentativo dell'acqua intermedia levantina modificata, mentre nello strato di fondo la salinità torna a diminuire, più sensibilmente in primavera e in autunno ($S = 38.29$ psu) rispetto all'inverno e all'estate ($S = 38.40$ psu).

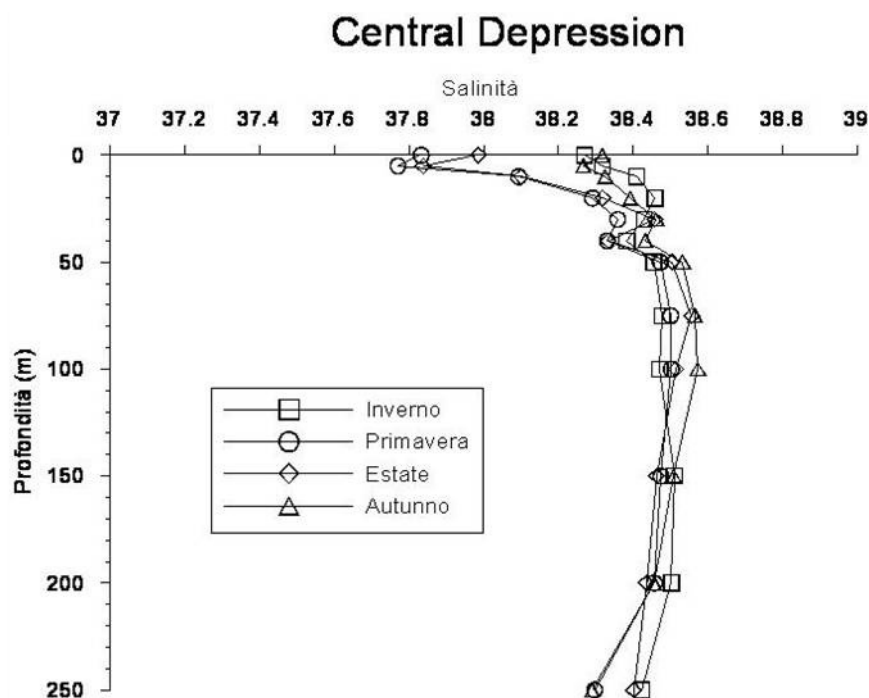


Figura 2.17 – Profili salini

Adriatico Centrale – Soglia di Pelagosa (Central Sill – CS)

➤ **Salinità superficiale**

Nel periodo invernale sia lungo la costa occidentale che orientale si riscontrano valori molto bassi di salinità, inferiori a 38.0 psu. In primavera nella zona centrale dell'area è presente una massa d'acqua con salinità compresa fra 38 e 38.5 psu che si protende verso sud. Valori più bassi di salinità si trovano lungo le due coste ($S < 38$ psu). Nel periodo estivo la salinità lungo la costa occidentale è più bassa, mentre nella parte centrale è presente una salinità più elevata, superiore a 38.2 psu, che tende ad interessare anche le coste orientali che sono quindi notevolmente più salate di quelle occidentali. Nel periodo autunnale si riscontra una salinità molto elevata, con valori fino a 38.6-38.5 psu che arrivano fino alla costa orientale. Tutta la costa occidentale è caratterizzata da un gradiente salino con valori che arrivano fino a 37 psu.

➤ **Salinità di fondo**

Nel periodo invernale quasi tutta l'area, a parte una piccola porzione lungo la costa occidentale, è occupata da una massa d'acqua con salinità inferiore a 38.5 psu. Anche in primavera il campo di salinità è notevolmente livellato

intorno a valori di 38.4 - 38.6 psu. In estate la situazione è più o meno simile alla primavera mentre in autunno lungo la fascia occidentale, compresa fra le isobate di 50 e 100 m, si hanno valori intorno a 38.4 psu. La salinità più alta, superiore a 38.5 psu, si riscontra al largo nel settore occidentale.

➤ **Profili salini** (Figura 2.18)

Nello strato compreso fra 0 e 20 m la primavera, l'estate e l'autunno hanno un andamento molto simile, con valori di 37.8 e 37.9 psu in superficie e 38.4 psu a 20 m di profondità, mentre l'inverno presenta valori di 38.25 psu in superficie e 38.39 a 20 m di profondità. Le quattro stagioni, fatta eccezione per l'inverno, hanno poi un minimo a 10 m di profondità con valori compresi fra 37 e 37.2 psu. Dalla profondità di 20m verso il fondo l'andamento della salinità nelle quattro stagioni risulta compreso fra 38.35 e 38.6 psu.

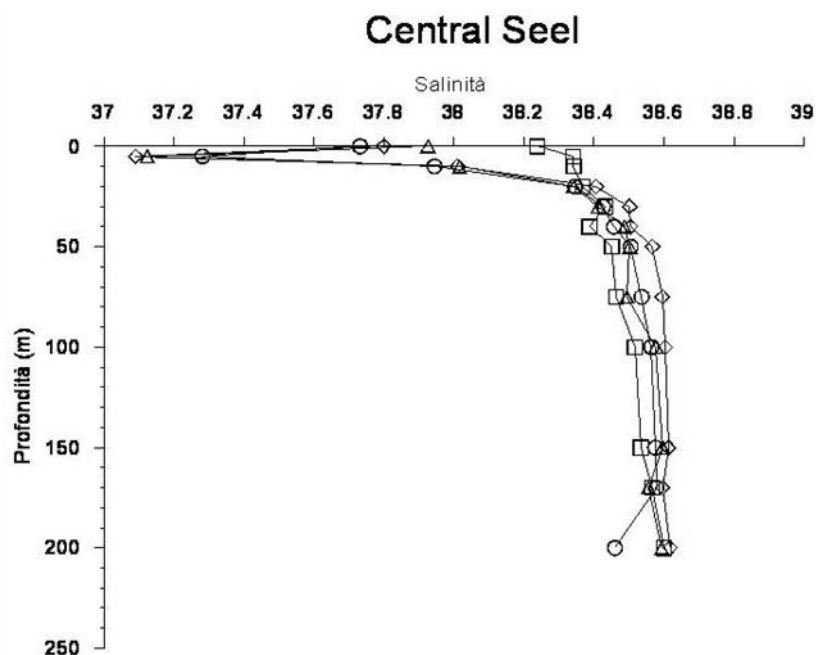


Figura 2.18 – Profili salini

Adriatico Meridionale

➤ **Salinità superficiale**

Nel periodo invernale è presente una massa d'acqua di 38.5 psu lungo la costa orientale mentre nella costa occidentale la salinità raggiunge bassi valori di circa 38 psu che vanno ad aumentare mano a mano che ci si sposta verso il centro del bacino. In primavera, tutta la zona ha valori di salinità compresi fra

37.5 e 38 psu ad eccezione della parte centrale dove è evidente uno strato di acqua più salata che rappresenta l'acqua densa di fondo che tende ad uscire dallo Stretto di Otranto. Nel periodo estivo è presente un gradiente negativo da Nord a Sud con valori di salinità rispettivamente di 38.2 psu e 37.5 psu. Nel periodo autunnale la salinità è più o meno omogenea con valori attorno a 38 psu.

➤ **Salinità di fondo**

Nel periodo invernale l'area è occupata da una massa d'acqua con salinità superiore a 38.6 psu. In primavera, la massa d'acqua a ridosso della costa occidentale con valori di salinità compresi fra 38.3 psu e 38.5 psu si sposta verso il centro del bacino. In estate la massa d'acqua con salinità superiore a 38.6 psu torna ad occupare quasi tutto il bacino. In autunno, per carenza di dati, non è possibile fare pertinenti considerazioni.

➤ **Profili salini** (Figura 2.19)

Analizzando i profili salini medi verticali delle tre stagioni si nota un graduale aumento della salinità dalla superficie fino a 300 metri di profondità, fatta eccezione per l'estate che è caratterizzata da un picco sottosuperficiale a 30 m di profondità. Da 300 m di profondità al fondo si assiste a una lieve diminuzione dei valori. Nello strato compreso tra 150 e 400 m di profondità si riscontra un massimo di salinità che rappresenta l'ingressione nel bacino dell'acqua intermedia levantina.

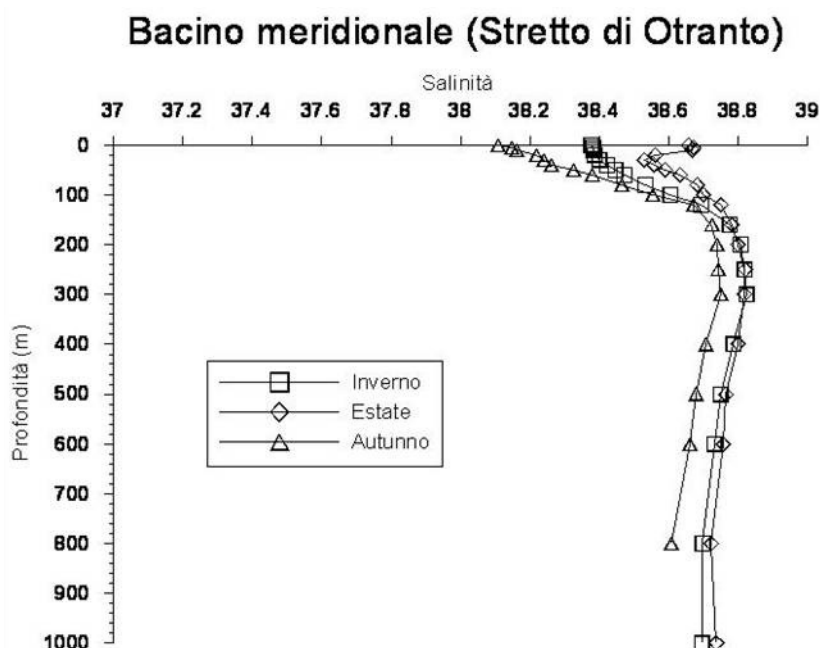


Figura 2.19 – Profili salini

In base ai profili di temperatura e salinità dell'Adriatico sono stati definiti diversi tipi di masse d'acqua, alcune si originano all'interno del bacino, altre provenienti dagli altri bacini del Mediterraneo riassunte nello schema di Figura 2.20.

Nel bacino settentrionale si riscontra uno strato stagionale di Acque Superficiali del Nord Adriatico, l'NAdSW (Northern Adriatic Surface Water), caratterizzato in estate da bassa salinità ed elevata temperatura che in inverno presenta una temperatura $T < 11,5^{\circ}\text{C}$ e una salinità $S < 38,0$ psu. Si riscontra inoltre uno strato di acque profonde, le NAdDW (Northern Adriatic Deep Water), raffreddato e rinnovato in inverno contraddistinto da temperature molto basse ($T = 11,35 \pm 1,40^{\circ}\text{C}$), salinità relativamente bassa ($S = 38,30 \pm 0,28$ psu) e densità elevata ($\sigma_t > 29,2$ kg/m³).

Nel bacino centrale è presente la MLIW (Modified Levantine Intermediate Water) che si origina nella regione Levantina ed entra in Adriatico attraverso lo Stretto di Otranto. Essa è formata da acque con salinità $S > 38,5$ psu al di sotto dei 50m. di profondità. Le depressioni meso-adriatiche, nella zona con profondità superiore a 150 m, sono riempite da una massa d'acqua profonda, la MAdDW (Middle Adriatic Deep Water), con temperatura media $T = 11,62 \pm 0,75^{\circ}\text{C}$, salinità media $S = 38,47 \pm 0,15$ psu e densità $\sigma_t > 29,2$ kg/m³. Dalla primavera all'autunno la MAdDW rappresenta la massa d'acqua più fredda di tutto il bacino. Quest'acqua è probabilmente costituita dalla NAdDW che, procedendo verso Sud, può occupare le

Fosse di Pomo, mescolandosi e rinnovando le acque già esistenti. A livello superficiale è presente la MAdSW (Middle Adriatic Surface Water) caratterizzata, nel periodo invernale, da una temperatura T compresa tra 11,5 e 13,5°C e da una salinità S compresa tra 38,0 e 38,5 psu.

Nel bacino meridionale, le acque superficiali, le SAdSW (Southern Adriatic Surface Water), sono caratterizzate, nel periodo invernale, da una temperatura $T > 13,5^\circ\text{C}$ e una salinità S compresa tra 38,3 e 38,8 psu. Si riscontra inoltre la MLIW definita da $S > 38,6$ psu e $T > 13,5^\circ\text{C}$. L'acqua profonda di questa regione, la SAdDW (Southern Adriatic Deep Water), è definita da una temperatura media $T = 13,16 \pm 0,30^\circ\text{C}$, una salinità media $S = 38,61 \pm 0,09$ psu e una densità $\sigma_t > 29,1$ kg/m³. Questa massa d'acqua è più calda e più salina rispetto alla NAdDW e MAdDW ed è formata dal mescolamento delle acque locali superficiali con la MLIW.

La maggior parte delle acque di fondo che fuoriescono dall'Adriatico si formano proprio nel bacino meridionale e rappresentano le sorgenti principali delle acque di fondo del Mediterraneo orientale.

A partire dagli anni Novanta, ha inizio il Transiente Climatico del Mediterraneo Orientale che ha causato importanti cambiamenti nella circolazione termoalina e nelle proprietà delle masse d'acqua del Mediterraneo. Di notevole interesse è stato lo spostamento del sito di formazione delle acque dense dall'Adriatico Meridionale all'Egeo. Nello strato di fondo del Mediterraneo Orientale è stata notata infatti la presenza di una massa d'acqua più calda e più salina (Cretan Deep Water) rispetto a quella preesistente (Eastern Mediterranean Deep Water) di origine adriatica.

Sono state proposte varie ipotesi relative alle possibili cause di tale evento quali i cambiamenti nei forzanti atmosferici locali, combinati con le variazioni a lungo termine della salinità, i cambiamenti nel modello di circolazione, le variazioni nell'input di acqua dolce. Le ricerche effettuate hanno evidenziato che la combinazione tra un continuo incremento di salinità (avvenuto tra il 1987 e il 1992) e un significativo abbassamento di temperatura (avvenuto tra il 1992 e il 1994), ha causato la formazione di una notevole mole di acqua densa che si è diffusa dal Mare di Creta allo Ionio e al Bacino Levantino. Successivamente, almeno dal 1999, è stato osservato che attraverso lo Stretto di Otranto entrano in Adriatico acque più saline sia a livello superficiale che intermedio, provenienti anch'esse dall'Egeo.

Massa d'acqua	Temperatura (C)	Salinità'(psu)
NAdSW Northern Adriatic Surface Water	<11.5 (in inverno)	<38.0
MAdSW Middle Adriatic Surface Water	>11.5 <13.5 (in inverno)	>38.0 <38.5
SAdSW South Adriatic Surface Water	>13.5 (in inverno)	>38.3 <38.8
NAdDW Northern Adriatic Deep Water	11.35+/-1.4	38.3+/-0.28
MAdDW Middle Adriatic Deep Water	11.62+/-0.75	38.47+/-0.15
SAdDW Southern Adriatic Deep Water	13.16 +/- 0.3	38.61+/-0.09
LIW (Adriatico centrale) Levantine Intermediate Water		>38.5
LIW (Adriatico meridionale)	>13.5	>38.6

Figura 2.20 – Caratteristiche delle masse d'acqua presenti in Adriatico (Artegiani et al., 1997)

Ossigeno disciolto

I profili dell'ossigeno disciolto riportati in Figura 2.21 dimostrano che nelle stagioni più calde lo strato più prossimo alla superficie presenta concentrazioni relativamente inferiori, dovute all'equilibrio con le concentrazioni atmosferiche; in estate e in primavera un massimo di concentrazione è presente nella zona eufotica, all'incirca tra i 10 e i 50 m di profondità, dovuta all'intensa attività biologica. In autunno-inverno la ventilazione superficiale e il rimescolamento della colonna d'acqua determinano una distribuzione omogenea dell'ossigeno.

Nell'Adriatico settentrionale profondo (North Deep) sono riscontrabili valori massimi in superficie in primavera-estate in analogia al medio e basso Adriatico. Nel medio Adriatico la concentrazione di ossigeno decresce dalla zona eufotica (50 m) verso il fondo mentre nell'Adriatico meridionale valori minimi si riscontrano a profondità comprese tra 150 – 250 metri a causa dell'ossidazione della sostanza organica. Al di sotto di tali valori minimi, la concentrazione di ossigeno aumenta progressivamente con la profondità.

Il minimo relativo di concentrazione nella stagione autunno-inverno che si riscontra a profondità di 40–50 m nell'Adriatico meridionale (Figura 2.21 - d) può essere tuttavia attribuito alle scarse misurazioni disponibili al di sotto di tali profondità.

Il mare Adriatico è un bacino ben ossigenato presentando un valore medio di ossigeno disciolto dell'intero bacino Adriatico approssimativamente pari a 5.5 ml l^{-1} ; utilizzando la deviazione standard (STD) per descrivere la variabilità del parametro, nell'Adriatico settentrionale si riscontra la minima variabilità in prossimità del fondo (STD variabile tra 0.1 ml l^{-1} in autunno e 0.4 ml l^{-1} in estate) mentre la massima variabilità si riscontra in superficie con valori di $0.5\text{--}0.6 \text{ ml l}^{-1}$ in tutte le stagioni, ad eccezione dell'estate ove la massima variabilità si riscontra a profondità di 30 m.

Nel resto del bacini la deviazione standard non mostra significative variazioni stagionali né una chiara relazione con la profondità. Nel medio Adriatico la variabilità è compresa tra $0.3\text{--}0.6 \text{ ml l}^{-1}$ e nell'Adriatico meridionale, è compresa tra 0.2 e 0.4 ml l^{-1} , valori non del tutto rappresentativi a causa delle scarse misure disponibili.

Generalmente la percentuale di saturazione di ossigeno delle acque non scende al di sotto del 75%, mentre i valori massimi possono risultare maggiori del 110%.

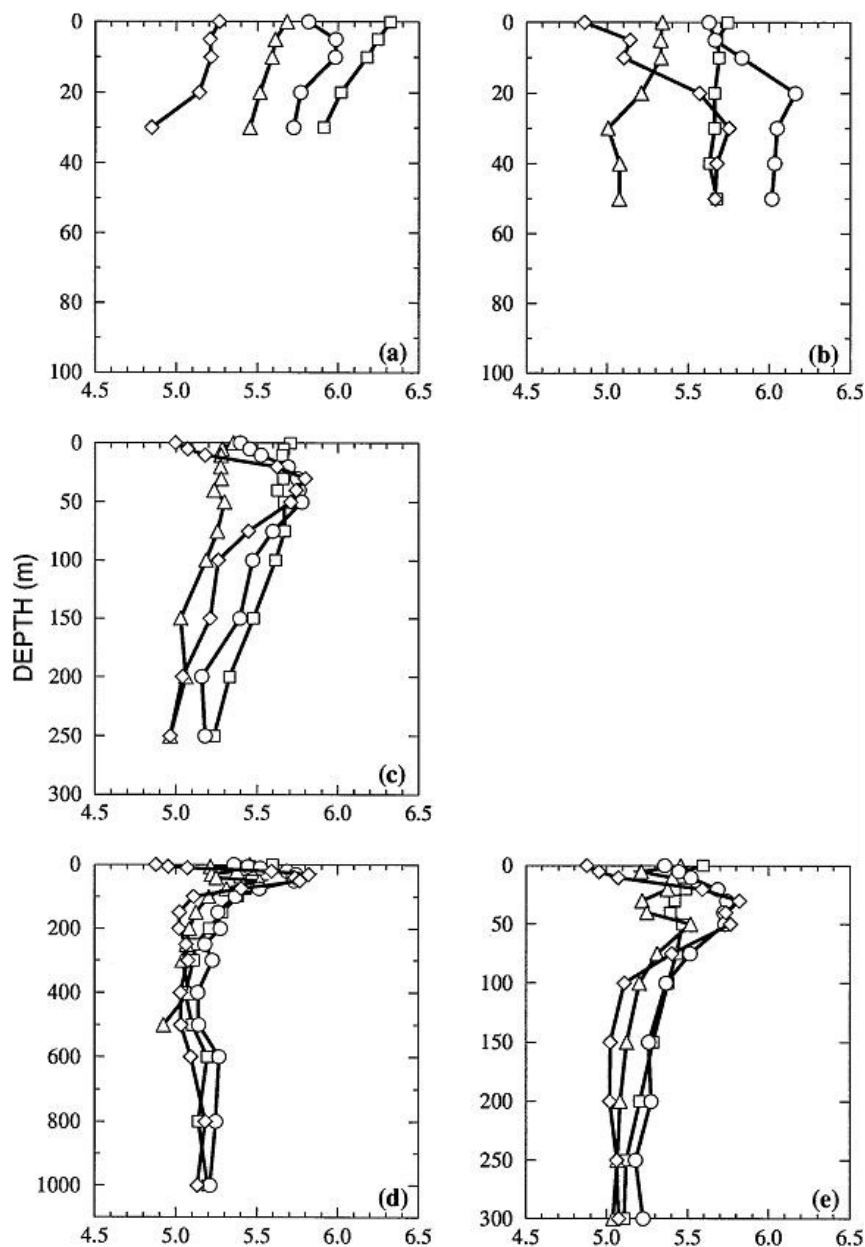


Figura 2.21 – Profili climatologici dell'ossigeno disciolto (ml l^{-1}):

- (a) Adriatico settentrionale con profondità inferiori o uguali a 50 m;
- (b) Adriatico settentrionale con profondità maggiore di 50 m;
- (c) Adriatico centrale;
- (d) Adriatico meridionale per l'intera colonna d'acqua;
- (e) Adriatico meridionale con profondità maggiore di 300 m.

Simboli: inverno (\square), primavera (\circ), estate (\diamond), autunno (Δ). Fonte: Artegiani et al., The Adriatic Sea general circulation Part I: air-sea interactions and water mass structure. *J. Phys. Oceanogr.*, 27, 1492-1514.

2.2.3.2 Ecosistemi, Flora, Vegetazione, Fauna

Nell'ambito della convenzionale trattazione delle componenti ambientali ai sensi del DPCM 27.12.1988 gli ecosistemi vengono considerati separatamente dalle componenti biotiche che li caratterizzano (vegetazione, flora, fauna).

Con particolare riguardo all'ambiente marino gli ecosistemi rappresentano entità complesse e differenziate la cui caratterizzazione è comunemente basata sulle biocenosi costituite dall'insieme di individui di specie animali e vegetali aventi esigenze ambientali comuni e che coesistono in uno spazio caratterizzato da parametri ambientali omogenei.

Seguendo tale approccio la caratterizzazione degli ecosistemi marini dell'Adriatico centro meridionale viene effettuata in forma integrata alla caratterizzazione delle componenti biotiche (flora, vegetazione, fauna).

Le informazioni relative alla consistenza e distribuzione degli habitat marini individuati nell'Allegato I della Direttiva "Habitat" e pertanto oggetto di conservazione e tutela attuata tramite la Rete Natura 2000 (Siti di Importanza Comunitaria e Zone di Protezione Speciale) sono state acquisite dal database predisposto dal MATTM-DPN e dalla Società Botanica Italiana ("Manuale italiano di interpretazione della Direttiva Habitat 92/43/CEE" ultimo aggiornamento 2010) e dai dati resi disponibili dal MATTM-DPN sullo stato e distribuzione degli habitat marini di interesse comunitario presenti nella Rete Natura 2000 basato sulla ricognizione scientifica effettuata dalla Società Italiana di Biologia Marina.

Per la caratterizzazione della microfauna e macrofauna marina sono state utilizzate, come riportato in Bibliografia, le più aggiornate banche dati e pubblicazioni scientifiche prodotte dal MATTM - DPN in collaborazione con Enti di ricerca ed Università tra i quali l'ex ICRAM (ora ISPRA) e la Società Italiana di Biologia Marina che consentono di disporre di un quadro conoscitivo di riferimento del patrimonio faunistico marino, indispensabile per effettuare una corretta previsione dei potenziali impatti determinati dalle attività di progetto.

Per la specie faunistiche di maggiore interesse ai fini della conservazione e tutela nonché maggiormente sensibili ai potenziali impatti determinati dalle attività di progetto, rappresentate dai mammiferi marini, si è fatto ricorso ai più recenti studi sullo stato e distribuzione delle diverse specie che popolano i mari italiani, sia

derivanti dalle pubblicazioni e banche dati del MATTM – DPN che dai più recenti studi sulla distribuzione e sullo stato delle specie di cetacei che popolano l'Adriatico, condotti nell'ambito dell'Accordo per la conservazione dei cetacei nel Mediterraneo, nel Mar Nero e nelle contigue aree atlantiche (ACCOBAMS).

Per ciò che concerne l'ambiente pelagico si segnala che le informazioni a disposizione su gran parte delle specie dell'Allegato II della Direttiva Habitat 92/43/CEE sono generalmente scarse e/o puntiformi o comunque necessitano di approfondimenti scientifici (fonte: MATTM.DPN, Relazione tecnico-scientifica sulla Rete Natura 2000 mare in Italia).

L'ambiente marino è tradizionalmente suddiviso in **dominio bentonico**, dove vivono tutti gli organismi legati più o meno direttamente e permanentemente ai fondali (Benthos) e **dominio pelagico** che comprende le acque libere nelle quali vivono tutti gli organismi che conducono una vita non vincolata in maniera esclusiva al fondale (Plancton e Necton).

Ciascun ambiente (bentonico e pelagico) è popolato da una diversa biocenosi.

Come risulta dalla Figura 2.22, l'ambiente bentonico e pelagico possono riscontrarsi nella provincia neritica se si trovano sulla piattaforma continentale oppure della provincia oceanica, al di là della piattaforma (scarpata continentale, zona abissale).

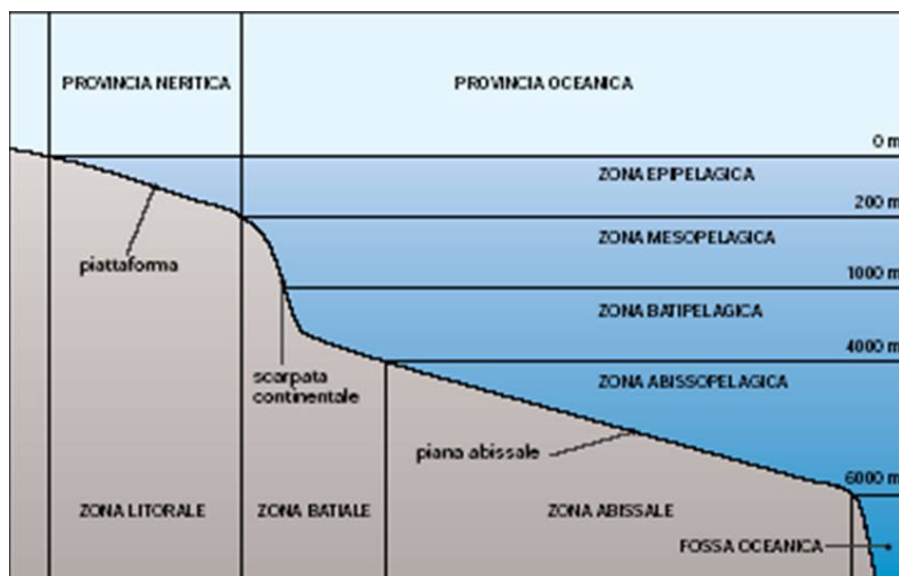


Figura 2.22 – Schema della distribuzione degli ambienti marini in relazione alla profondità.
 Fonte: Quaderni Habitat n. 16, MATTM - Museo Friulano di Storia Naturale, 2007

Per i due domini, bentonico e pelagico, si riporta nel seguito la caratterizzazione degli ecosistemi, della flora e della fauna, dell'Adriatico centro-meridionale unitamente all'indicazione degli habitat e delle specie oggetto di conservazione e tutela ai sensi della Direttiva 92/43/CE "Habitat" e di altri Accordi e Convenzioni internazionali aventi le medesime finalità di protezione della biodiversità a livello ecosistemico e specifico.

Dominio bentonico

Il dominio bentonico è suddiviso in due sistemi in relazione alla penetrazione della luce: sistema fitale e sistema afitale. Il primo giunge fino al limite di compensazione delle alghe fotofile, cioè fino al punto in cui le alghe producono tanto ossigeno quanto ne consumano per i loro processi metabolici, mentre il secondo inizia dove termina il fitale e raggiunge le massime profondità del fondale marino.

Tra i vari modelli proposti per la caratterizzazione delle biocenosi bentoniche del Mediterraneo quello di Pérès e Picard (1964) ha riscosso il maggior successo e rimane ancora oggi di riferimento per la zonazione del benthos nelle acque italiane; il modello si basa sulla identificazione di una unità fondamentale denominata "piano" che comprende quello spazio nel quale le condizioni ecologiche si mantengono costanti o variano entro livelli critici, che definiscono i limiti del piano stesso.

- zona intertidale, o mesolitorale, la cui profondità è compresa nel range di variazione tra la più alta e la più bassa escursione della marea;
- zona subtidale ovvero la platea continentale, include tutti gli habitat dei fondali marini e delle acque aperte comprese tra la zona di alta marea e la base della piattaforma continentale; essa è anche detta zona neritica.

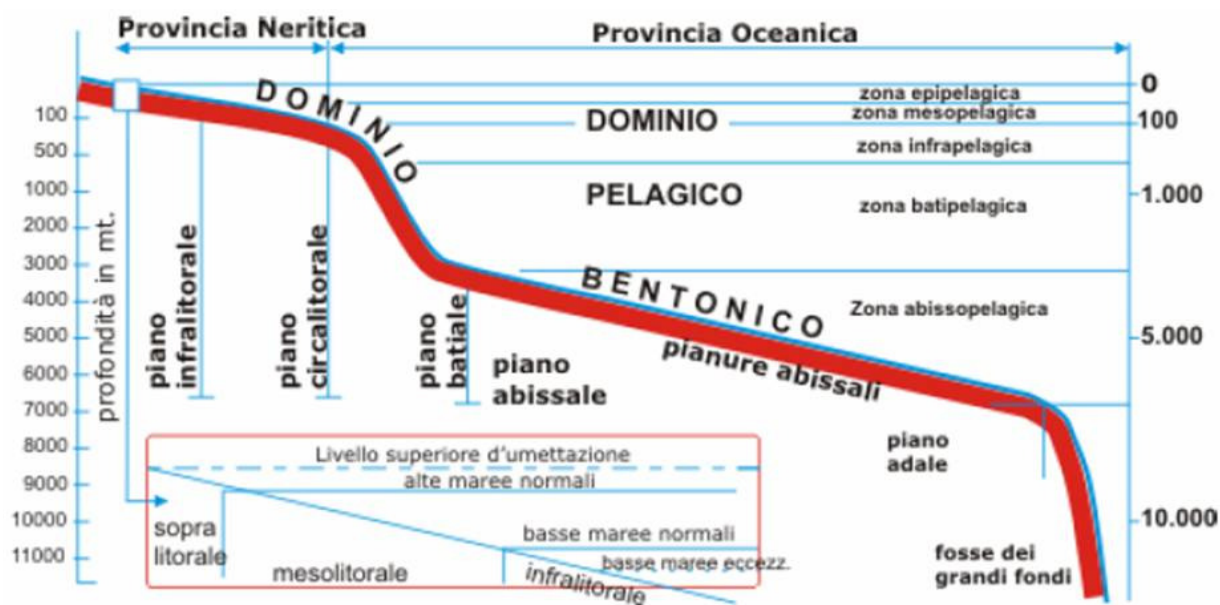


Figura 2.23 – Suddivisione dell'ambiente marino in base alla profondità e zonazione dei domini bentonico e pelagico. Fonte: Ecologia marina. G.D.Ardizzone.

I piani del sistema fitale sono (Figura 2.23):

- **sopralitorale:** si colloca nella zona di transizione tra l'ambiente terrestre e quello marino. Presenta forti escursioni termiche, intensa radiazione luminosa, notevoli variazioni della salinità dipendenti dalla evaporazione e dagli apporti di acque meteoriche; è caratterizzato dalla presenza di organismi che non sopportano l'immersione continua, se non eccezionale, ma che richiedono un certo grado di umidità e di umettazione, normalmente assicurata dagli spruzzi;
- **mesolitorale:** si estende tra il limite superiore dell'alta marea e il limite inferiore della bassa marea e corrisponde alla zona intertidale. È un ambiente caratterizzato dall'alternanza di periodi di emersione e di immersione. Gli organismi che vi abitano sopportano o addirittura richiedono periodiche emersioni, ma non tollerano immersioni permanenti;
- **infralitorale:** si estende dal limite inferiore della bassa marea, fino alla profondità massima alla quale l'intensità luminosa consente la vita delle fanerogame marine e delle alghe brune, che generalmente non supera i 40 metri di profondità nelle acque più limpide. Questo piano è costantemente sommerso. I vegetali che caratterizzano questo piano sono le Fanerogame sia su fondi mobili che su roccia, come *Posidonia oceanica* e *Cymodocea nodosa*, le grandi alghe brune sui fondi duri o rocciosi;
- **circalitorale;** si estende dal limite inferiore dell'infralitorale, quindi dal limite estremo delle alghe fotofile e delle fanerogame, fino alla massima profondità alla quale si possono spingere le alghe pluricellulari capaci di fotosintesi. Il limite inferiore del circalitorale viene fatto coincidere con il margine inferiore della piattaforma continentale, cioè a circa 200 metri di profondità.

Il sistema afitale comprende tre piani che corrispondono nel dominio pelagico all'ambiente batipelagico, abissopelagico e adipelagico:

- batiale, in rapporto sia alla scarpata continentale sia alla zona immediatamente sottostante a tale scarpata;
- abissale, in rapporto alla grande pianura che va dalla base della scarpata continentale fino all'orlo delle grandi fosse oceaniche;
- adale in rapporto alle grandi fosse oceaniche.

In base alle caratteristiche batimetriche delle aree dei permessi di ricerca descritte al Cap. 2.2.2.2, le biocenosi bentoniche riscontrabili nelle aree di progetto sono ascrivibili ai piani circalitorale, in corrispondenza della piattaforma continentale che si estende nell'off shore dalle Marche alla Puglia e batiale in corrispondenza della scarpata continentale e delle fosse mesoadriatiche, situate al largo delle coste abruzzesi, e sud-adriatica, situata al largo delle coste pugliesi.

Studi di dettaglio sulle biocenosi marine bentoniche dell'Adriatico centro – meridionale effettuate a scala regionale o locale si limitano generalmente alle facies più costiere in quanto in questi ambiti, caratterizzati da profondità generalmente inferiori ai 20 metri, si sviluppano gli habitat e le associazioni animali e vegetali di maggiore interesse ai fini della biodiversità e/o della produttività (risorse alieutiche). Altresì, studi a scala nazionale sulle principali biocenosi bentoniche si limitano alla fascia più costiera ed interessano principalmente le biocenosi del piano infralitorale ed una parte di quelle del piano circalitorale.

Gli studi a scala nazionale e/o regionale che interessano le aree off shore localizzate ad oltre 12 miglia dalla costa ove la profondità supera i 50 metri, sono relativi al bacino Adriatico settentrionale (progetti nazionali ed internazionali del CNR quali PRISMA 1, VECTOR, EURODELTA).

La caratterizzazione di seguito riportata è pertanto una sintesi di quanto emerge dagli studi più recenti disponibili, riportati in Bibliografia, per l'ambiente marino off shore del medio e basso Adriatico interessato dalle attività in progetto.

Piano circalitorale

In questo piano è più abbondante la componente animale rispetto a quella vegetale in quanto è caratterizzato da una forte riduzione della luce dove solo le

alghe sciafile più tolleranti alla debole illuminazione riescono a sopravvivere, dalla presenza di costanti correnti costanti di fondo, da una temperatura dell'acqua costantemente fredda, trovandosi generalmente sotto il termoclineo.

La caratterizzazione delle biocenosi bentoniche è comunemente effettuata utilizzando come criterio di base la tipologia di substrato su cui si sviluppano e vengono generalmente distinte in relazione al substrato in biocenosi dei fondi mobili (sabbie, fanghi) e biocenosi dei fondi duri (roccia, bioconcrezioni).

I sedimenti mobili (sabbie e fanghi) sono prevalenti in tutto l'Adriatico che rappresenta, sin dal Plio-Quaternario, il recapito degli apporti fluviali del Po, che costituisce ancora la principale fonte di sedimenti unitamente ai fiumi che drenano, sia dalle Alpi che dagli Appennini, nel mare Adriatico.

I depositi di prodelta (porzione di piattaforma continentale al largo delle foci fluviali caratterizzata da un significativi apporti sedimentari movimentati dalle correnti di fondo) connessi al fiume Po sono spessi più di 30 metri e sono localizzati lungo la costa adriatica, parallelamente ad essa, dal delta del Po sino a sud del Promontorio del Gargano, e sono caratterizzati da una geometria subacquea variabile in relazioni ai diversi tassi sedimentari, alla circolazione ed all'intensità delle correnti.

Il sistema di correnti di circolazione antioraria, attivo in inverno, e la redistribuzione verso il largo operata dalle mareggiate provocano un trasporto verso Sud-Sud-Est di tutti i sedimenti fluviali; le componenti grossolane si depositano vicino alle foci e si ridistribuiscono sottocosta, mentre le componenti siltoso-argillose subiscono dei processi di trasporto più ampi sia verso il largo sia verso sud.

Le ricerche del Progetto PRISMA 1 (CNR) hanno avuto per oggetto, tra l'altro, anche la caratterizzazione qualitativa e quantitativa delle popolazioni bentoniche all'esterno delle sabbie costiere attuali nell'Adriatico settentrionale e centrale (Figura 2.24) e pertanto risultano di particolare interesse per la caratterizzazione delle biocenosi bentoniche nell'area del permesso di prospezione d 1 B.P.-SP.

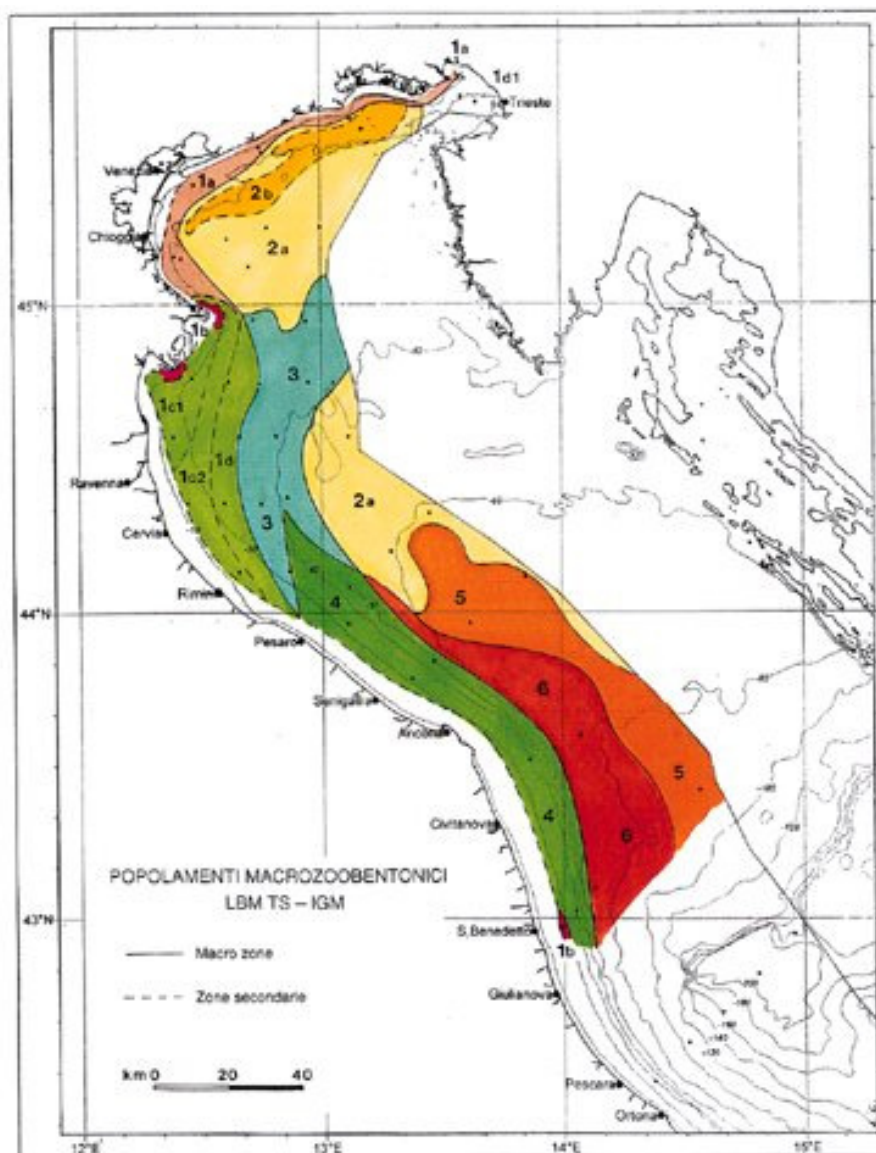


Figura 2.24 – Distribuzione areale dei popolamenti macrozoobentici su fondali adriatici.
Fonte: Progetto PRISMA 1, CNR

Come si evince dalla cartografia riportata in Figura 2.24, la biocenosi 1 si sviluppa soprattutto sui fondali fangosi costieri tra Trieste e Pesaro, entro il limite esterno di influenza dei fiumi. La comunità bentonica è caratterizzata da bivalvi, fra cui *Corbula gibba*, e da policheti, fra cui *Lumbrineris gracilis*. All'interno di questo popolamento si possono distinguere alcuni sottogruppi legati prevalentemente alla diversa natura del substrato fangoso: il primo sottogruppo, 1(a), si insedia sui fondali costieri a sedimentazione fine, di natura carbonato-clastica, interessati dagli apporti dei corsi d'acqua compresi fra Trieste ed il delta del Po ed appare mediamente il più ricco in specie; il secondo, 1(b), localizzato davanti le coste di San

Benedetto del Tronto, raggruppa i popolamenti presenti sui fondali costituiti da depositi prodeltizi prossimali (con particellato fine organico ed inorganico di deposizione diretta e con alte velocità di sedimentazione); infine, i sottogruppi 1(c) e 1(d) si sviluppano sui fondali a sedimentazione fine, di natura silico-clastica, di origine padana e dei fiumi emiliano-romagnoli. In particolare, il sottogruppo 1(c), distribuito in una zona eutrofica spesso soggetta ad anossie estive, presenta le densità più elevate di *Corbula gibba*, specie tipica di ambienti in disequilibrio.

In altre fonti la biocenosi 1 viene descritta come "Popolamenti Eterogenei" su substrati a granulometria fine caratterizzata dalla presenza di specie indicatrici di instabilità quali *Notomastus aberans*, *Corbula gibba* e *Tellina distorta*. Questa biocenosi è riportata per le coste pugliesi da Bedulli et al. (1986) e descritta da Peres e Picard (1964) con il nome di "Fondi Mobili Instabili". Per altri Autori si tratta della biocenosi delle Sabbie Fini Ben Classate con caratteristiche di elevato infangamento, che causa la sostituzione della tipica comunità a *Venus (Chamalea)* con una caratterizzata dalla presenza di bivalvi opportunisti quali *Corbula gibba*. L'instabilità spaziale e temporale caratteristica di questo ambiente considerato di transizione, verrebbe confermata dalla scarsità di specie presenti e dalla bassa diversità biotica che caratterizzano la biocenosi.

La biocenosi 3 che interessa solo in parte l'area del permesso nel settore più settentrionale, è compresa tra tra 25 e 40 m di profondità e presenta popolamenti tipici di fondali fangosi caratterizzati dalla dominanza dell'echinoderma *Amphiura filiformis*.

Più a sud (biocenosi 4) il substrato risulta ancora caratterizzato da fanghi ma i fondali presentano un popolamento diverso caratterizzato dalla specie *Labidoplax digitata*. Le differenze tra queste ultime due comunità sono legate alla diversa composizione del fondale: nel primo caso si tratta di materiale di origine padana con un'abbondante frazione organica di origine autoctona, nel secondo caso, invece, il fondale riceve indirettamente, per risospensioni successive, il materiale di provenienza padana ed è meno ricco di sostanza organica.

Le biocenosi 5 e 6 sono quelle situate a profondità più elevate, comprese tra i 60 e gli 80 m. La prima presenta popolamenti caratterizzati da policheti su fondali di transizione mentre la seconda, situata su fondali fangosi profondi, presenta una

comunità in cui i valori di diversità e densità sono i più bassi di tutta l'area esaminata.

Sui fondali relitti prevalentemente sabbiosi è presente un popolamento (biocenosi 2) particolarmente ricco in specie ed individui, che può essere suddiviso in due sottogruppi: il sottogruppo 2(a) che è caratterizzato da policheti fra cui *Nothria conchylega*, ed il sottogruppo 2(b) associato a sabbie parzialmente cementate affioranti sui fondali settentrionali, che è caratterizzato da una diversità nettamente inferiore rispetto al sottogruppo 2(a); in quest' ultimo è stata rilevata la specie *Branchiostoma lanceolatum*, esclusiva della biocenosi delle sabbie grossolane e delle ghiaie fini sottoposte a correnti di fondo.

In altre fonti la biocenosi 2 viene descritta come "Sabbie Grossolane Influenzate dalle Correnti di Fondo" che possono trovarsi sia nel piano infralitorale che in quello circalitorale, in quanto si instaurano su sedimenti influenzati da particolari condizioni idrodinamiche. La biocenosi è anche nota come "Biocenosi delle Sabbie ad Anfiosso" dal nome di uno dei suoi componenti caratteristici (*Branchiostoma lanceolatum*).

Le biocenosi bentoniche prevalenti (n. 4, 5, 6) riscontrabili nell' off shore del'Adriatico centrale possono essere assimilate ai "Fanghi Terrigeni Costieri" nel modello di zonazione del benthos di Peres e Picard e sono costituiti dai sedimenti fini (peliti, silt, argille) di origine continentale, che normalmente si depositano alle maggiori profondità del piano circalitorale; oltre alle specie sopra citate, i popolamenti zoobentonici caratteristici di questi ambienti annoverano il polichete *Sternopsis scutata*, il mollusco *Turritella communis*, le oloturie *Trachythyone elongata* e *Trachythyone tergestina*, il crostaceo *Pontocaris cataphracta*. Tra le specie epibionti, che vivono sul sedimento, sono caratteristiche il polichete *Aphrodite aculeata*, il decapode *Dorippe lanata* e l'oloturina *Stichopus regalis*. Questi due gruppi di specie si trovano soprattutto nelle aree soggette ad apporti fluviali diretti, dove la sedimentazione è veloce. Le specie sessili, invece, sono comuni nei fondali ove il ritmo di sedimentazione è lento ed i frammenti di substrati solidi hanno il tempo di essere colonizzati da tali organismi; tra questi ricordiamo il celenterato *Alcyonium palmatum* e l'ascidiaceo *Diazona violacea*. E' da aggiungere infine un quarto gruppo di specie, che popola i fanghi soggetti ad un ritmo di sedimentazione intermedio, che vivono in parte infossati nel sedimento, aderenti a substrati solidi infangati da poco

tempo e in parte fluttuanti nell'acqua, come i celenterati *Virgularia mirabilis* e *Pennatula phosphorea*.

In base agli studi condotti a diverse scale sull'Adriatico centrale e meridionale, la biocenosi bentonica dei Fanghi Terrigeni Costieri, con variazioni locali rappresentate dalle biocenosi indipendenti dalla profondità quali i "Popolamenti eterogenei" e le "Sabbie Grossolane Influenzate dalle Correnti di Fondo", caratterizza il piano circalitorale presente nei fondali interessati dalle attività di prospezione.

Piano batiale

Come già evidenziato, gli studi sulle biocenosi bentoniche dell'Adriatico centrale e meridionale sono in massima parte relative agli ambienti marini costieri mentre risultano molto scarse le conoscenze sugli ambienti marini profondi, se non per particolari habitat oggetto di protezione e tutela ai sensi della Direttiva 92/43/CEE che verranno successivamente trattati.

Il sistema afitale bentonico corrisponde al piano batiale che si riscontra a profondità comprese tra i 200 m ed i 4000 m. Questi ambienti sono estremamente stabili per ciò che riguarda i principali parametri fisici e chimici: salinità, ossigeno e temperatura divengono costanti (circa 13° C) all'aumentare della profondità mentre la pressione aumenta di un'atmosfera ogni 10 metri di profondità. Lo 0,1% delle radiazioni luminose arrivano fino a 150 – 200 m di profondità, mentre superati i 1000 m il buio è quasi impenetrabile.

I sedimenti fangosi, che costituiscono la maggioranza dei fondali del piano batiale, sono caratterizzati dalle diverse comunità dei fondi mobili, variabili in funzione della profondità, della tipologia di sedimento, dell'idrodinamismo. Le biocenosi dei "Fondi Detritici del Largo" e delle "Sabbie Detritiche Batiali" si trovano a profondità comprese tra i 150 – 200 m fino ai 300 m, mentre le biocenosi dei "Fanghi Batiali Profondi" si estendono sino a 2500 - 3000 m di profondità. Il passaggio dal piano circalitorale a quello batiale avviene intorno ai 200 m, ma non essendovi una netta separazione spaziale è possibile attribuire l'appartenenza della biocenosi dei "Fondi Detritici del Largo" ad entrambi i piani.

Secondo Pérès e Picard (1964) nel piano batiale si possono individuare tre orizzonti:

- superiore o epibatiale, di transizione con il piano circa litorale, che si estende dal limite inferiore di questo fino a 300 m - 400 m di profondità; le specie caratterizzanti sono il pennatulaceo *Funiculina quadrangularis*, i crostacei *Parapenaeus longirostris* e *Nephrops norvegicus*);
- intermedio o mesobatale, i cui fanghi risultano essere più compatti e la sua estensione arriva fino a 1000 m circa di profondità (alcune specie caratteristiche sono lo cnidario *Isidella elongata* e i crostacei *Aristeus antennatus* e *Aristaeomorpha foliacea*);
- inferiore, che si estende fino al successivo piano abissale (circa 2000 - 3000 m di profondità) con specie caratteristiche quali i decapodi *Stereomastis sculta*, *Acanthephyra esimia*, *Nematocarcinus exilis* e alcuni pesci delle acque profonde come *Bathypterois mediterraneus*, *Alepocephalus rostratus*, *Lepidion lepidion*, *Coryphaenoides guentheri*.

Habitat oggetto di conservazione e tutela ai sensi della Direttiva Habitat 94/43/CE

L'Allegato I alla Direttiva "Habitat" individua i seguenti habitat marini o di transizione:

11: Acque marine e ambienti a marea	
1110	Banchi di sabbia a debole copertura permanente di acqua marina
1120 *	Praterie di Posidonia (<i>Posidonion oceanicae</i>)
1130	Estuari
1140	Distese fangose o sabbiose emergenti durante la bassa marea
1150 *	Lagune costiere
1160	Grandi cale e baie poco profonde
1170	Scogliere
83: Altri habitat rocciosi	
8330	Grotte marine sommerse o semisommerse

Segue una breve descrizione degli habitat comprensiva della loro distribuzione geografica.

- 1110 – Banchi di sabbia a debole copertura permanente di acqua marina

Banchi di sabbia dell'infralitorale permanentemente sommersi da acque il cui livello raramente supera i 20 m. Si tratta di barene sabbiose sommerse in genere circondate da acque più profonde che possono comprendere anche sedimenti di granulometria più fine (fanghi) o più grossolana (ghiaie). Possono formare il

prolungamento sottomarino di coste sabbiose o essere ancorate a substrati rocciosi distanti dalla costa.

Distribuzione dell'habitat in Italia: Liguria, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Emilia-Romagna, Toscana, Lazio, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria, Sicilia, Sardegna, Abruzzo.

➤ 1120 - Praterie di Posidonia (*Posidonium oceanicae*)

Le praterie di *Posidonia oceanica* (Linnaeus) sono caratteristiche del piano infralitorale a profondità variabili da pochi centimetri a 30-40 m, su substrati duri o mobili. Le praterie a *Posidonia oceanica* del *Posidonietum oceanicae* sono individuate come habitat di interesse prioritario e rappresentano una formazione climax bentonica endemica del Mediterraneo e assumono un ruolo fondamentale nell'ecosistema marino per quanto riguarda la produzione primaria, la biodiversità, l'equilibrio della dinamica di sedimentazione.

Distribuzione dell'habitat in Italia: Liguria, Friuli Venezia Giulia, Toscana, Lazio, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria, Sicilia, Sardegna. Non è nota la presenza delle praterie a *P. oceanica* per alcune regioni italiane prospicienti l'Adriatico centro-settentrionale Molise, Abruzzo, Marche, Veneto dove, per le naturali condizioni ambientali non si sono potute insediare. Uniche eccezioni sono i limitati popolamenti presenti nel litorale di Grado, nel Golfo di Trieste.

➤ 1130 - Estuari

Habitat tipicamente costiero di transizione rappresentato dal tratto terminale dei fiumi che sfociano in mare influenzato dalla azione delle maree che si estende sino al limite delle acque salmastre. Il mescolamento di acque dolci e acque marine ed il ridotto flusso delle acque del fiume nella parte riparata dell'estuario determina la deposizione di sedimenti fini che spesso formano vasti cordoni intertidali sabbiosi e fangosi. Distribuzione dell'habitat in Italia: Liguria, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Emilia-Romagna, Lazio, Molise, Campania, Basilicata, Calabria, Sicilia.

➤ 1140 - Distese fangose o sabbiose emergenti durante la bassa marea

Sabbie e fanghi costieri e delle relative lagune, emerse durante la bassa marea, prive di vegetazione con piante vascolari, di solito ricoperte da alghe azzurre e diatomee. Questo habitat è di particolare importanza per l'alimentazione dell'avifauna acquatica e in particolare per anatidi, limicoli e trampolieri. Distribuzione dell'habitat in Italia: Veneto, Friuli Venezia Giulia, Puglia, Sardegna.

➤ 1150 - Lagune costiere

Ambienti acquatici costieri con acque lentiche, salate o salmastre, poco profonde, caratterizzate da notevoli variazioni stagionali in salinità e in profondità in relazione agli apporti idrici (acque marine o continentali), alla piovosità e alla temperatura che condizionano l'evaporazione. Sono in contatto diretto o indiretto con il mare, dal quale sono in genere separati da cordoni di sabbie o ciottoli e meno frequentemente da coste basse rocciose. Possono presentarsi prive di vegetazione o con aspetti di vegetazione piuttosto differenziati. Le numerose specie di invertebrati bentonici che colonizzano gli ecosistemi lagunari è dettata massimamente dalla tipologia di substrato (mobile, duro, vegetato) e dalle

caratteristiche del sedimento (sabbia, fango). Distribuzione dell'habitat in Italia: Veneto, Friuli Venezia Giulia, Emilia-Romagna, Toscana, Marche, Lazio, Campania, Puglia, Calabria, Sicilia, Sardegna, Basilicata.

➤ 1160 - Grandi cale e baie poco profonde

Localizzate in rientranze della costa riparate dal moto ondoso, sono caratterizzate da un complesso mosaico di comunità bentoniche fotofile con una elevata biodiversità, appartenenti ai piani mediolitorale (intertidale) e infralitorale (subtidali). Nel Mediterraneo questo habitat su fondali rocciosi è caratterizzato da popolamenti fotofili spesso a *Cystoseira* sp. Non ha specie animali proprie perché costituito da una eterogeneità di habitat quali "Banchi di sabbia a debole copertura permanente di acqua marina", "Distese fangose o sabbiose emergenti durante la bassa marea" e "Scogliere". Distribuzione dell'habitat in Italia: Marche, Sicilia, Sardegna.

➤ 1170 - Scogliere

Le scogliere possono essere caratterizzate da concrezioni di origine sia biogenica che geogenica. Sono substrati duri e compatti su fondi solidi e incoerenti o molli, che emergono dal fondo marino che possono estendersi dal piano sublitorale (infralitorale e circalitorale) ininterrottamente nel piano intertidale (litorale) o possono essere presenti solo nel piano sublitorale, incluse le zone di acqua profonda, come il batiale. Possono ospitare una zonazione di comunità bentoniche di alghe e specie animali nonché concrezioni corallogeniche.

L'habitat delle scogliere include tipologie molto diversificate in relazione a fattori quali la profondità, la disponibilità di luce, il substrato. Le più importanti sono i popolamenti algali di substrato duro (es. Associazioni a *Cystoseira*), le formazioni biogeniche del mesolitorale (es. trottoir a *Lithophyllum byssoides*), del circalitorale (coralligeno) e delle profondità batiali (formazioni a coralli bianchi).

I substrati rocciosi possono includere ambienti complessi di mare profondo, quali montagne sottomarine o sorgenti idrotermali con concrezioni biogeniche e corallogeniche e banchi di bivalvi provenienti da animali viventi o morti (fondali biogenici duri) che forniscono habitat per specie epibiotiche.

Distribuzione dell'habitat in Italia: Liguria, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Toscana, Marche, Lazio, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria, Sicilia, Sardegna, Abruzzo.

A questo particolare tipologia habitat, per quanto ancora poco studiata nei nostri mari, è attribuita l'area a coralli bianchi, scoperta nel 2002 al largo delle coste di Santa Maria di Leuca ad oltre 650 metri di profondità lungo i pendii della Piattaforma Apula, al confine tra Adriatico meridionale e Ionio settentrionale. L'habitat è caratterizzato da particolari biocostruzioni realizzate da madrepore coloniali di grosse dimensioni, quali *Lophelia pertusa* e *Madrepora oculata*, a cui si associano madrepore solitarie, quali *Desmophyllum dianthus* e *Stenocyathus vermiformis*, nonché specie di poriferi sia incrostanti che massive. La distribuzione di tali biocostruzioni (reef) non è omogenea ed è alternata a fanghi batiali. L'area, situata per gran parte in acque extraterritoriali, è stata proposta dalla Regione Puglia per l'istituzione di un nuovo Sito di Importanza Comunitaria (Figura 2.25; fonte: MATTM-DPN, 2010). Riconosciuta la sua notevole importanza biologica ed ecosistemica la *General Fishery Commission for the*

Mediterranean (GFCM), ha vietato la pesca a strascico creando una nuova categoria di protezione chiamata “*Deep sea fisheries restricted area*”.

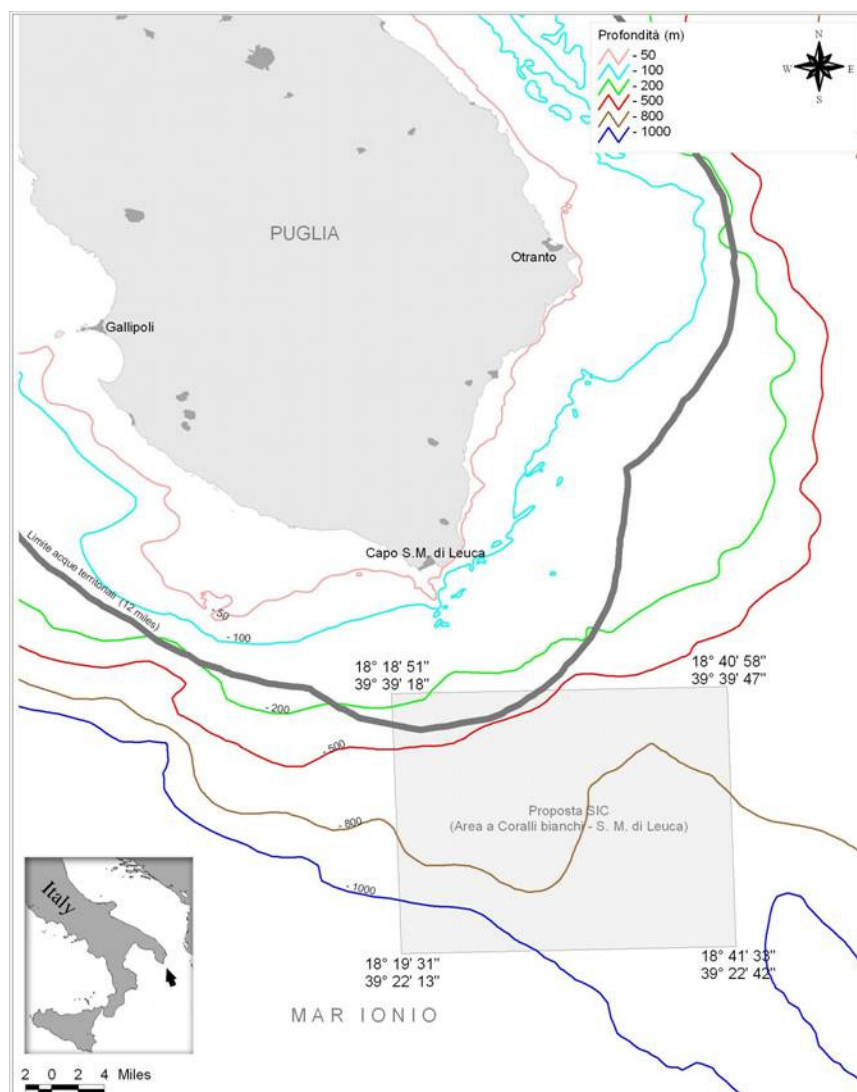


Figura 2.25 – Area a coralli bianchi al largo di Capo Santa Maria di Leuca proposta come SIC dalla Regione Puglia. Fonte: MATTM-DPN, 2010.

➤ 8330 - Grotte marine sommerse o semisommerse

Grotte situate sotto il livello del mare e aperte al mare almeno durante l'alta marea. Vi sono comprese le grotte parzialmente sommerse. I fondali e le pareti di queste grotte ospitano comunità di invertebrati marini e di alghe. La biocenosi superficiale è ubicata nelle grotte marine situate sotto il livello del mare o lungo la linea di costa e inondate dall'acqua almeno durante l'alta marea, comprese le grotte parzialmente sommerse. Il popolamento tipico delle biocenosi è fortemente influenzato dalla luce e dal grado di umidità. La facies a *Corallium rubrum* è l'aspetto più diffuso della biocenosi delle grotte sommerse e semi-oscuere. Il popolamento più denso si trova principalmente sulla volta delle grotte e al di fuori di queste nella parte più bassa degli strapiombi. Questa facies ancora si può trovare in ambienti del circolitorale inferiore o forse anche di transizione al

batiale sino a profondità di circa 350m su superfici di fondi rocciosi. Facies della biocenosi si possono trovare in grotte sommerse ubicate sia nell'infra-litorale sia nel circo-litorale. In questa ubicazione l'imboccatura è ricca di alghe calcaree (Corallinacee e Peissonneliacee) e non calcaree (*Palmophyllum crassum*, *Halimeda tuna*, *Flabellia petiolata*, *Peyssonnelia sp.pl.* non calcaree, ecc.). Distribuzione dell'habitat in Italia: Liguria, Friuli Venezia Giulia, Toscana, Marche, Lazio, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria, Sicilia, Sardegna. L'habitat rappresenta uno degli aspetti caratterizzanti della fascia costiera del Parco Nazionale del Gargano e della Riserva Marina delle Isole Tremiti.

Fauna bentonica

Gli organismi bentonici sono distribuiti in diverse associazioni, a seconda del tipo di substrato, della profondità e dei fattori ecologici ad essa legati (luce, salinità, gas disciolti, nutrienti, idrodinamismo e granulometria). Negli studi ambientali questi organismi sono di grande interesse in relazione allo stretto legame con l'habitat in cui vivono e in quanto rivestono un'importanza fondamentale nella catena trofica.

La caratterizzazione della fauna bentonica viene effettuata in relazione alla distribuzione delle biocenosi secondo i piani che possono riscontrarsi alle profondità di progetto (circa litorale e batiale).

➤ Piano circo-litorale

Nei fanghi di origine continentale che tendono a depositarsi alle maggiori profondità del piano circo-litorale, la fauna bentonica può variare a seconda della velocità di sedimentazione; nel seguito si riportano le specie più comuni distinte in relazione al loro rapporto con il fondale:

- a. Specie endobionti: numerosi Policheti, tra cui *Phyllodoce lineata*, *Nereis longissima*, *Nephtys hystrix*, *Goniada maculata*, *Pectinaria belgica*, *Sternopsis scutata* e *Lepidasthenia maculata*; i Molluschi *Cardium paucicostatum*, *Turritella communi*, *Turritella tricarinata* e *Thyasira croulinensis*, *Misella bidentata*, *Abra nitida*, *Thracia convexa*, le Oloturie *Oestergrenia digitata*, *Trachythyone elongata* e *Trachythyone tergestina*; i Crostacei *Pontocaris cataphracta*, *Callinassa tyrrhena*, *C. truncata*, *Gonoplax rhomboides*;
- b. Specie epibionti: il Polichete *Aphrodite aculeata* e *Maldane glebifex*, il Decapode *Dorippe lanata* e le Oloturie *Lapidoplax digitata* e *Stichopus regalis*;
- c. Specie sessili: il Celenterato *Alcyonium palmatum*, il Bivalve *Pteria hirundo* e l'Ascidiaceo *Diazona violacea*;

d. Specie pivotanti: i Celenterati *Virgularia mirabilis*, *Veretillum cynomorium* e *Pennatula phosphorea*.

Queste specie caratteristiche sono accompagnate da una serie di specie comuni all'insieme delle biocenosi circalitorali, come ad esempio il Polichete *Maldane glebiflex*, i Crostacei Decapodi *Alpheus chiajei* e *Brissopsis lyrifera* e gli Ascidiacei *Ascidia mentula*, *Phallusia mamillata*, *Styela partita* e *Polycarpa pomaria*.

Unitamente alle specie sopra indicate, alle biocenosi del piano circalitorale sono associate molte specie di pesci, cefalopodi e crostacei che caratterizzano gli stock demersali tipici del Mare Adriatico centro meridionale. Per la loro descrizione si rimanda al Capitolo 2.2.8.1 dedicato alle risorse ittiche.

Si segnalano nel seguito le specie che è possibile riscontrare nelle biocenosi del piano circalitorale dell'Adriatico centro-meridionale, tutelate ai sensi delle Direttive comunitarie e/o Accordi e Convenzioni internazionali, così come indicate nelle banche dati del MATTM-DPN e della Società di Biologia Marina.

Le specie protette sono rappresentate prevalentemente da crostacei in quanto altre specie marine protette risultano appartenenti ad habitat bentonici di mare poco profondo o pelagici.

L'*Homarus gammarus* (astice) è presente nell'Adriatico centro-meridionale a profondità comprese tra 0 e 150 metri ma più frequentemente non superiori a 50 metri associato a substrati duri (roccia o fanghi); specie protetta inserita nell'Appendice III della Convenzione di Berna e nell' Allegato III del Protocollo ASPIM (vedi Quadro di Riferimento Programmatico); nella legislazione nazionale, la pesca e la detenzione di femmine ovigere è vietata (DPR 1639/1968), ed è imposta una taglia minima di cattura e commercializzazione (Regolamento CE 1967/2006); tali limitazioni sono equivalenti anche per l'aragosta (*Palinurus elephas*), anch'essa inserita nell'Appendice III della Convenzione di Berna, che vive anche in Adriatico su fondali rocciosi o ghiaiosi preferendo anfratti e microcavità naturali a profondità generalmente comprese tra 20 e 70 m, anche se può raggiungere maggiori profondità. Entrambe le specie si riproducono nel periodo primaverile-estivo. Una terza specie di

crostacei *Maja squinado* (granceola) è segnalata nell' Appendice III della Convenzione di Berna (specie tipica dei fondali sabbiosi dell'alto Adriatico).

Nel taxa dei pesci ossei (teleostei) si annoverano *Sciaena umbra* (corvina) e *Umbrina cirrosa* (ombrina) che vivono a piccoli gruppi presso fondali rocciosi o sabbiosi, da 20 a 180 m di profondità; entrambe le specie sono inserite nell' Appendice III della Convenzione di Berna e nell' Allegato III del Protocollo ASPIM.

Nessuna delle specie risulta inserita nella Lista Rossa dell'IUCN, a parte *Homarus gammarus* che viene considerata a rischio minimo e con popolazioni stabili.

➤ Piano batiale

Nelle facies caratterizzate da fanghi molli colonizzati dal pennatulaceo *Funiculina quadrangularis* frequentemente presente tra 170 e 800 m di profondità le specie più significative sono: *Parapenaeus longirostris* (gambero rosa, sino a circa 400 metri di profondità, specie di grande importanza commerciale, maggiormente diffuso nell'Adriatico meridionale) e *Calocaris macandreae*, piccolo crostaceo poco comune con una evidente carena dorsale.

In facies caratterizzati da fanghi più compatti presenti più frequentemente tra 300 e 1000 m di profondità (colonizzati dal gorgoniaceo *Isidella elongata*, le specie più significative che accompagnano questa biocenosi sono *Aphorrais serresianus*, i crostacei *Aristaeus antennatus* (gambero viola) e *Aristaemorpha foliacea* (gambero rosso) di discreto interesse commerciale, *Nephrops norvegicus* (scampo, specie di grande importanza commerciale, tra le più pregiate in assoluto, ampiamente diffuso in tutto l'Adriatico).

Questo ecosistema di grande interesse biologico anche se non annoverato nell'Allegato I della Direttiva Habitat risulta soggetto a una forte pressione antropica causata in molte zone dall'intensa pesca a strascico che viene praticata anche in molte zone dell'Adriatico centro meridionale per la pesca dei gamberi rossi e degli scampi.

Nei fondali più profondi sino a sino a 1.500 metri – 2000 di profondità è possibile riscontrare il riccio dal corpo ovale *Brissopsis lyrifera*, il crostaceo *Polycheles typhlops* e il brachiopode *Gryphus vitreus*.

Dominio pelagico

Il dominio pelagico è caratterizzato da un mezzo vasto e in continuo movimento, solo a prima vista omogeneo, ma in realtà molto variabile in relazione ai cambiamenti delle caratteristiche fisico-chimiche della colonna d'acqua che possono avvenire anche repentinamente e che altrettanto rapidamente possono modificare la composizione dei popolamenti, capaci di compiere notevoli migrazioni verticali sia per la componente planctonica che per quella nectonica.

La zona di mare aperto che parte dal termine della piattaforma include una serie di habitat pelagici (Figura 2.22) suddivisi in:

- zona epipelagica, comprendente le acque dalla superficie fino a 200 m di profondità,
- zona mesopelagica, fino a 1000m di profondità,
- zona batipelagica, tra i 1000 e i 4000 m di profondità,
- zona abisso pelagica, tra i 4000 e i 6000 m di profondità.

Mentre la classificazione degli ecosistemi bentonici è ben definita e comunemente accettata, molto più aleatoria risulta quella del dominio pelagico, a causa delle caratteristiche di forte variabilità spaziale e temporale delle condizioni abiotiche quali temperatura, luce, salinità, spostamento di masse d'acqua sia orizzontali che verticali; pertanto la zonazione sopra riportata è una delle più convenzionali, basata sulla profondità, ma può variare localmente.

In relazione alla localizzazione delle aree dei permessi di ricerca ed alle caratteristiche morfo-batimetriche dei fondali dell'Adriatico centrale e meridionale, le attività di prospezione sismica interesseranno il dominio pelagico nelle zone epipelagica, mesopelagica e batipelagica con biocenosi tipiche sia della provincia neritica, sulla piattaforma continentale, che della provincia oceanica, nelle zone esterne alla piattaforma (scarpata e fosse).

Al contrario del Mare Tirreno, il dominio pelagico del Mare Adriatico è stato scarsamente interessato da studi e ricerche dal punto di vista ecosistemico mentre sono disponibili dati per lo più a livello di gruppi o singole specie faunistiche di rilevante interesse per la biodiversità (cetacei, tartarughe marine). Come descritto nel seguito, anche tali dati non sono omogenei e rappresentativi del reale stato e consistenza delle popolazioni, in assenza di monitoraggi sistematici e di area vasta

che risultano invece disponibili nel Mar Tirreno, con particolare riferimento all'area del Santuario dei cetacei nel Tirreno centro-settentrionale ("Pelagos").

Risultano invece più significative le informazioni sulla consistenza e distribuzione della macrofauna pelagica di notevole interesse come risorsa alieutica, in quanto le specie pelagiche rappresentano una consistente parte del totale delle risorse ittiche dell'Adriatico centro meridionale (vedi Capitolo 2.2.8.1).

Habitat oggetto di conservazione e tutela ai sensi della Direttiva Habitat 94/43/CE

Gli habitat marini individuati nell'Allegato I della Direttiva "Habitat" risultano ascrivibili al dominio bentonico; si evidenzia che nei mari italiani l'unica area a carattere francamente pelagico tutelata in virtù di accordi internazionali è rappresentata dal Santuario dei Cetacei "Pelagos" (Tirreno centro-settentrionale).

Fauna pelagica

La componente vivente del dominio pelagico è costituita in maggioranza da specie di piccola taglia e con ciclo vitale breve, planctoniche, fortemente legate ai cambiamenti stagionali che caratterizzano le masse d'acqua. Nell'ambiente pelagico un ruolo molto importante è quello svolto dal flusso di materiali ed energia nella serie fitoplancton-materia organica disciolta-batteri-protozoi-zooplanchton-necton all'interno della colonna d'acqua, che determinano la struttura della rete trofica. Sulle specie fito e zooplanctoniche poggia infatti un sistema di reti trofiche, il cui mantenimento in buono stato consente la conservazione di specie apicali quali rettili marini, selaci, cetacei; le ampie fluttuazioni nella composizione delle comunità planctoniche ed i cambiamenti stagionali nell'abbondanza di tali produttori primari possono incidere in maniera determinante sui livelli trofici successivi.

Gli stock fitoplanctonici presenti nel medio e basso Adriatico sono scarsi, e caratterizzati dalla predominanza di organismi nanoplanttonici mentre risultano molto più abbondanti nell'Adriatico settentrionale. Tale struttura è il riflesso dell'oligotrofia (scarsità di nutrienti) delle acque e del carattere episodico dei fenomeni eutrofici (abbondanza di nutrienti), spesso confinati in zone specifiche. Le biomasse fitoplanctoniche maggiori si hanno in primavera e autunno, grazie all'aumento dell'abbondanza di fitoflagellati e diatomee, anche se alcune specie fitoplanctoniche

sono responsabili della maggiore produzione di biomassa in autunno-inverno, a causa del flusso di acque continentali, ricche di nutrienti, provenienti dall'alto Adriatico.

Nell'area del medio e basso Adriatico i popolamenti zooplanctonici della fascia costiera e del largo sono nettamente differenziati: la fascia costiera è più soggetta a variabilità termica stagionale delle acque, elevate concentrazioni di nutrienti, bassa salinità media e forte torbidità. Queste condizioni di instabilità influiscono sulla composizione delle popolazioni planctoniche determinando, nelle stazioni costiere, una composizione in specie più monotona rispetto alle stazioni del largo. Anche le uova di pesci rappresentano una importante frazione dello zooplancton: ad esempio, le uova di acciuga (*Engraulis encrasicolus*) raggiungono in quest'area le massime densità nella tarda estate. In Adriatico centrale è anche segnalata la presenza di larve di tinnidi (*Thunnusthynnuse Auxisrochei*) nei periodi agosto-settembre.

In base ai monitoraggi dell'ambiente marino costiero italiano svolti dal MATTM in collaborazione con le regioni costiere sono state censite e selezionate le specie fitoplanctoniche e zooplanctoniche presenti nei mari italiani (Guida al riconoscimento del plancton dei mari italiani, MATTM/DPN - ICRAM, 2006). La maggior parte delle specie risultano ubiquitarie sia come distribuzione geografica i quanto presenti più o meno abbondantemente in tutti i mari italiani, a volte differenziate per abbondanza nelle diverse stagioni dell'anno, che come habitat (costiero, neritico di piattaforma, oceanico). Tra le diverse centinaia di specie che popolano i mari italiani, si riportano nel seguito le principali specie selezionate sulla base della loro rappresentatività ai fini del presente studio in quanto tipicamente distribuite nell'Adriatico centrale e/o meridionale sia in termini di frequenza/abbondanza che di valenza ecologica.

➤ Fitoplancton

Il fitoplancton è composto da organismi a metabolismo autotrofo, generalmente unicellulari o coloniali microscopici, dotati o meno di organi locomotori quali flagelli. Il loro movimento nell'acqua è completamente controllato dalla circolazione delle acque e dalla densità dell'organismo stesso.

I gruppi principali che costituiscono il fitoplancton sono Diatomee, Dinoflagellati, Coccolitoforidi, Crisoficee, Cianoficee. Le Diatomee, spesso dominanti in acque superficiali temperate e alle alte latitudini, sono unicellulari

e le loro dimensioni variano da 2 a 1000 μm . I Dinoflagellati sono principalmente unicellulari, mobili, con due flagelli a frusta utilizzati per la propulsione in acqua; possono essere autotrofi, eterotrofi, parassiti o simbiotici (con zooxantelle). Le Silicoflagellate hanno uno scheletro interno di spicole silicee e dimensioni di 10 – 250 μm , abbondanti nelle acque più fredde. Le Cianoficee sono alghe blu-verdi, frequentemente coloniali, filamentose.

- Classe Bacillarioficee (diatomee): *Minidiscus comicus*, *Pseudo-nitzschia galaxiae* (specie neurotossica); *Pseudo-nitzschia pungens*, *Schelenotema mariano* (specie responsabili della maggiore produzione di biomassa soprattutto in inverno), *Thalassiosira cf. allenii*;
- Classe Criptoficee (criptomonadi): nel plancton marino raggiungono elevate densità e contribuiscono significativamente alla produzione primaria: *Plagioselmis cf. prolunga*;
- Classe Dictiocoficee (silicoflagellate): *Octactis octonaria v. pulchra* (compare in Adriatico in autunno-inverno);
- Classe Dinoficee (dinoflagellate): *Gonyaulax fragilis* (specie oceanica e costiera associata al fenomeno delle mucillagini in Adriatico), *Oxytoxum cf. caudatum*, *Prorocentrum balticum*, *Prorocentrum gracile*, *Scrippsiella trochoidea*, *Ceratium trichoceros* (Adriatico centrale, soprattutto in estate), *Podolampas palmitis* (Adriatico centrale, habitat oceanici);
- Classe Euglenoficee: *Euglena cf. acusformis* (in Adriatico tipicamente estiva, in acque costiere e oceaniche; in altre stagioni in relazione a fattori diversi quali l'abbondanza delle piogge);
- Classe Primnesioficee: *Calciopappus caudatus* (specie autunnale in Adriatico centrale), *Umblicosphaera sibogae* (Adriatico centrale).

➤ Zooplancton

Gli organismi dello zooplancton hanno metabolismo eterotrofo, variano da semplici organismi unicellulari alle larve di pesci, sono capaci di piccoli movimenti, ma sono le correnti marine e le turbolenze dell'acqua a determinarne i principali movimenti.

I Crostacei costituiscono il gruppo zooplanctonico più numeroso, costituendo circa il 90 % in peso dello zooplancton. Appartengono a questa classe molti gruppi oloplanctonici (organismi che compiono tutto il loro ciclo vitale nell'ambiente pelagico) tra cui cladoceri, copepodi, anfipodi, eufausacei.

- Meduse: *Eucheliota paradoxica*, *Clytia sp.*, *Liriope tetrappilla* (Adriatico meridionale autunno-inverno, *Aglaura hemistoma* (epipelagica, tardo inverno-primavera in Adriatico);
- Sinofori (idrozoï marini carnivori, vivono in colonie pelagiche): *Halistemma rubrum*, *Chelophyes appendiculata* *Euxoides spiralis* (basso Adriatico), *Sphaeronectes gracilis*, *Sphaeronectes irregularis*;
- Ctenofori: *Pleurobrachia rhodopis* (primavera, Adriatico meridionale nei primi 100 metri della colonna d'acqua);
- Cladoceri: (piccoli crostacei più diffusi in acque dolci, con poche specie tipicamente marine): *Penilia avirostris* (specie costiera), *Podon intermedius* (compare nei mesi invernali), *Evandne nordmanni*, *Evandne tergestina*;
- Copepodi (sottoclasse dei Crostacei, molto importanti nelle comunità zooplanctoniche marine in quanto ricche di specie e di individui; abbondanti in Adriatico compiono migrazioni verticali stagionali): *Pseudocalanus elongatus*, *Temora longicornis*, *Temora srylifer*, *Acartia margalefi*, *Acartia italica*, *Acartia negligens*, *Acartia adriatica*, *Paracartia grani*;
- Eufasiacei: (piccoli crostacei in apparenza simili ai gamberi della lunghezza fino a 5 cm e in grado di formare densi sciame pelagici essi costituiscono il krill, principale cibo delle balene e di molte specie di pesci e cefalopodi di interesse commerciale. Vivono in profondità anche superiori ai 1000 m ed alcune specie compiono migrazioni verticali durante la notte: *Thysanopoda aequalis*, *Nyctiphanes couchi*, *Euphausia krohni*, *Euphausia brevis*, *Nematoscelis megalops*, *Srylocheiron suhmi*, *Srylocheiron longicorne*;
- Molluschi pteropodi (gasteropodi pelagici di piccola taglia, habitat costieri, mesopelagici e batipelagici): *Cymbulia peroni* (compie migrazioni verticali stagionali);
- Chetognati: corpo trasparente, prevalentemente pelagici : *Sagitta decipiens* (acque profonde dell'Adriatico meridionale), *Sagitta enflata*, *Sagitta exaptera* (Adriatico centrale), *Sagitta lyra*, *Sagitta minima*, *Sagitta serratodentata*, *Pterosagitta draco*;
- Appendicolarie (tunicati pelagici con il corpo rivestito di una tunica trasparente di natura cellulosica; i gusci abbandonati costituiscono la fonte principale dei flussi di carbonio nei mari (*Oikopleura albicans*);
- Larve pelagiche di specie zooplanctoniche, di organismi bentonici che temporaneamente fanno parte del plancton (meroplancton) nuotando in acqua libera per un periodo di tempo variabile prima di insediarsi sul substrato ed effettuare la metamorfosi (Policheti, Sipunculidi, Cirripedi,

Molluschi gasteropodi, Molluschi bivalvi, Briozoi, Echinodermi, Ascidiacei). Sono comuni in tutto l'Adriatico, con abbondanze connesse ai periodi riproduttivi delle diverse specie;

- Ittioplancton (uova e larve di pesci): le aree di riproduzione delle diverse popolazioni sono ben definite e vengono riutilizzate ad ogni stagione riproduttiva. Le uova e le larve pelagiche vengono trasportate dalle correnti, spesso per distanze considerevoli verso le cosiddette aree di nursery dove i giovanili, completata la metamorfosi, trascorrono il primo periodo di vita. Le aree di nursery si trovano in corrispondenza di zone particolarmente favorevoli per l'accrescimento in relazione alle caratteristiche delle acque e alla disponibilità di risorse trofiche. In generale le aree di distribuzione dei giovanili sono ben separate dalle zone di distribuzione del resto della popolazione, ciò riduce anche la possibile competizione per le risorse tra generazioni diverse. La posizione delle aree di riproduzione e di nursery è quindi determinata dal sistema di correnti prevalente nell'area geografica in cui è distribuita la popolazione e tende a rimanere stabile nel tempo. Un esempio è quello costituito dal ciclo biologico della triglia di fango *Mullus barbatus*, specie di habitat bentonico di notevole interesse commerciale, in cui le aree di nursery sono poste sulle sabbie costiere e le aree riproduttive nella zona profonda della piattaforma continentale (Figura 2.26). Le uova e le larve sono pelagiche e vengono trasportate nei mesi estivi verso costa dalle correnti e nel corso di questa dispersione le larve subiscono una metamorfosi in cui si possono riconoscere vari stadi. A circa 30 mm di lunghezza aumenta la loro efficienza nel nuoto, e migrano attivamente verso le aree costiere sabbiose dove avrà inizio la loro vita bentonica. In autunno le giovani triglie si spostano progressivamente in profondità all'aumentare della finché non raggiungono le aree riproduttive nella primavera successiva per la riproduzione. Questo ciclo di migrazione costa-largo dei giovanili è caratteristico della maggior parte delle specie demersali del bacino del Mediterraneo in cui le aree riproduttive sono localizzate generalmente a maggiore profondità rispetto alle aree di nursery hanno. Altre uova e larve pelagiche di specie comuni in Adriatico sono quelle di *Engraulis encrasicolus* (acciuga), deposte in ambiente di piattaforma interessate da risalita di acque profonde in corrispondenza di canyons sottomarini o in aree influenzate da apporti fluviali, da marzo a novembre in Adriatico centrale; uova di *Sardina pilchardus*, deposte in aree di piattaforma interessate da apporti fluviali intorno ai 20 metri di profondità che col tempo affondano nella colonna d'acqua, da ottobre ad aprile; uova di *Sardinella aurita*, poco comune in Adriatico centrale e meridionale, sono deposte da maggio a luglio sopra i 25 metri di profondità in corrispondenza della piattaforma continentale.

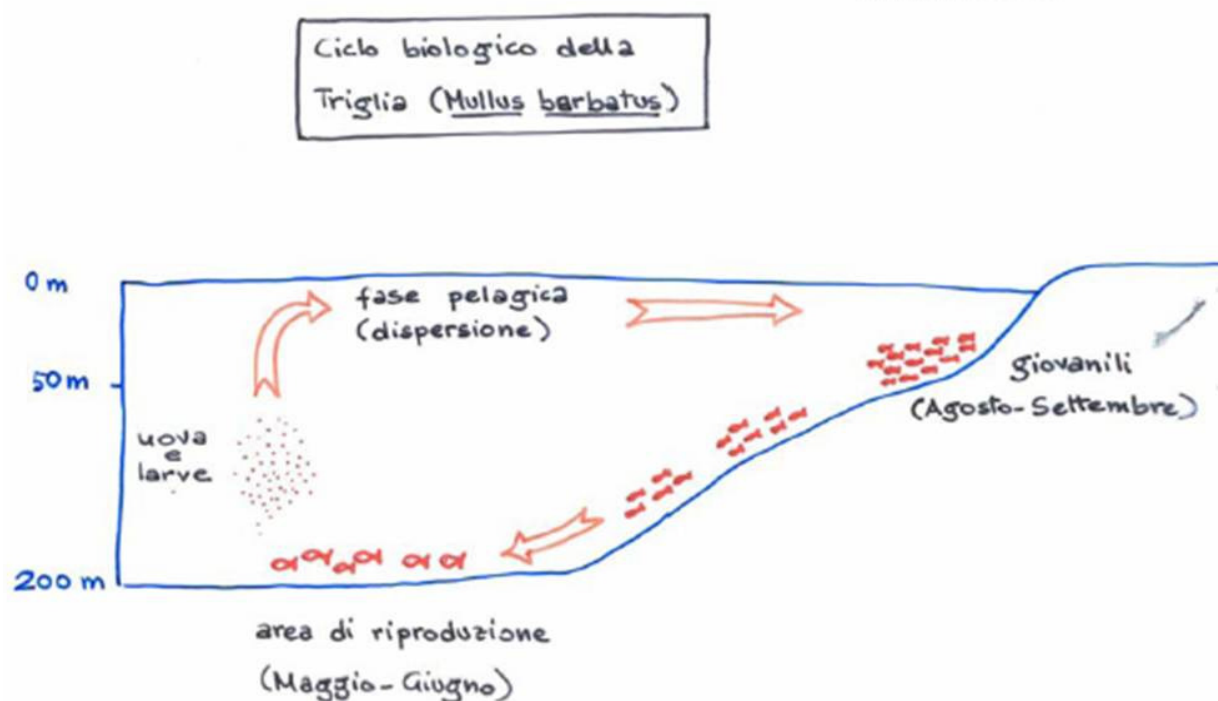


Figura 2.26 – Ciclo riproduttivo e migrazioni della triglia *Mullus barbatus*. Fonte: Ecologia Marina, G.D. Ardizzone, 2010

➤ Necton (macrofauna pelagica)

Appartengono al necton una grande varietà di specie appartenenti a diversi phyla (pesci, cefalopodi, crostacei, mammiferi marini, rettili) in grado di sostenere una propulsione attiva nell'acqua e la cui struttura generale del corpo è determinata dallo sviluppo di complessi adattamenti funzionali alla diminuzione della resistenza idrodinamica e all'aumento della capacità di una propulsione attiva con il minimo dispendio di energia.

Le specie pelagiche presenti in Adriatico sono numerosissime e molte di esse rappresentano un'importante risorsa per la pesca commerciale; i dati sulle campagne di pesca hanno fornito notevoli contributi al miglioramento delle conoscenze sulla distribuzione alla macrofauna pelagica nell'Adriatico centro meridionale e alla caratterizzazione degli ecosistemi pelagici per i quali, come già segnalato, le conoscenze risultano scarse o comunque decisamente più limitate rispetto all'Adriatico settentrionale.

In analogia a quanto riportato per la fauna bentonica, per la caratterizzazione delle specie di pesci, cefalopodi e crostacei che caratterizzano gli stock demersali e

pelagici tipici del Mare Adriatico centro meridionale si rimanda al Capitolo 2.2.8.1 dedicato alle risorse ittiche.

Si riportano nella seguente tabella le specie di pesci ossei (teleostei) di habitat pelagico tutelati ai sensi delle Direttive comunitarie e/o Accordi e Convenzioni internazionali presenti nell'Adriatico centrale e meridionale, così come indicate nelle banche dati del MATTM-DPN e della Società di Biologia Marina, unitamente allo stato di conservazione indicato nella Lista Rossa delle specie minacciate (IUCN Red List of Threatened Species, 2011).

Per altri taxa di particolare interesse ai fini della biodiversità dell'Adriatico centrale e meridionale, e più in generale del Mar Mediterraneo, quali pesci cartilaginei (selaci), rettili marini (testuggini) e mammiferi marini (cetacei) è riportata nel seguito una caratterizzazione di maggior dettaglio.

Specie	Nome comune	BERNA Ap.2	BERNA Ap.3	HABITAT AII.2	HABITAT AII.4	HABITAT AII.5	CITES AII. A	CITES AII. B	CITES AII. B	IUCN Red List 2011
<i>Acipenser naccarii</i>	Storione cobice	X		X	X			X		Gravemente minacciata; considerata prossima all'estinzione; secondo la IUCN la specie vive nell'Adriatico settentrionale e centro meridionale limitatamente al settore orientale
<i>Acipenser sturio</i>	Storione	X		X	X		X			Gravemente minacciata; molto rara in tutto il Mediterraneo; è considerata praticamente estinta in Italia
<i>Huso huso</i>	Storione ladano		X	X		X		X		Gravemente minacciata
<i>Alosa alosa</i>	Alosa		X	X		X				A rischio minimo; non presente in Adriatico meridionale
<i>Alosa fallax</i>	Cheppia		X	X		X				A rischio minimo; non è attualmente segnalata nei mari italiani; in passato è stata segnalata erroneamente perchè confusa con <i>A. fallax</i>
<i>Aphanius fasciatus</i>	Nono	X		X						A rischio minimo
<i>Hippocampus hippocampus</i>	Cavalluccio marino	X							X	Dati carenti; non presente in Adriatico meridionale

Specie	Nome comune	BERNA Ap.2	BERNA Ap.3	HABITAT AII.2	HABITAT AII.4	HABITAT AII.5	CITES AII. A	CITES AII. B	CITES AII. B	IUCN Red List 2011
<i>Hippocampus ramulosus</i>	Cavalluccio marino	X							X	Dati carenti
<i>Epinephelus marginatus</i>	Cernia bruna									Dati carenti per tonno e pesce spada; minacciata la cernia bruna; le specie sono indicate nell' Allegato 3 al Protocollo ASPIM
<i>Thunnus thynnus</i>	Tonno									
<i>Xiphias gladius</i>	Pesce spada									

Pesci cartilaginei (Chondrichthyes)

I pesci cartilaginei o selaci formano un raggruppamento circoscritto a cui appartengono squali, razze e chimere (queste ultime non presenti in Adriatico). La ricchezza di specie e la biodiversità mostrano forti differenze a livello geografico: nel Mare Adriatico centro-meridionale sono segnalate diverse specie di razze (*Raja asterias*, *Raja clavata*, *Raja miraletus*, *Raja montagui*, *Raja polystigma*, *Raja radula*, *Raja undulata*) e le tre principali specie di squali protetti del Mediterraneo, lo squalo elefante *Cetorhinus maximus*, il diavolo di mare *Mobula mobular* e il grande squalo bianco *Carcharodon carcharias*.; altre specie segnalate in Adriatico sono *Isurus oxyrinchus* (mako), *Prionace glauca* (verdesca), *Squalus acanthias* *Squalus blainvillei*, *Squatina squatina* (squalo angelo).

I selaci sono oggetto di pesca a scopo commerciale o frequentemente catturati come *by-catch* (pesca accidentale). Gran parte dei selaci sono presenti nella Lista Rossa IUCN come minacciati o vulnerabili in quanto soggetti a intense pressioni antropiche che non riescono a contrastare per la lentezza del tasso di crescita delle popolazioni e per i lunghi tempi di riproduzione; molte specie sono protette dalla Convenzione di Berna e dall'Accordo internazionale ASPIM, come riportato nella tabella seguente, unitamente allo stato di conservazione secondo la Lista Rossa delle specie minacciate (IUCN Red List of Threatened Species, 2011).

Specie	Nome comune	BERNA Ap.2 ASPIM AII. 2	BERNA Ap.3 ASPIM AII.3	IUCN Red List 2011
<i>Prionace glauca</i>	Verdesca		X	Potenzialmente a rischio
<i>Carcharodon carcharis</i>	Squalo bianco	X		Vulnerabile
<i>Cetorhinus maximus</i>	Squalo elefante	X		Vulnerabile
<i>Isurus oxyrinchus</i>	Squalo mako		X	Vulnerabile
<i>Lamna nasus</i>	Smeriglio		X	Vulnerabile
<i>Mobula mobular</i>	Diavolo di mare	X		Minacciata
<i>Raja alba</i>	Razza bianca		X	Non presente della Red List
<i>Squatina squatina</i>	Squadro		X	Gravemente minacciata

Sulla base di considerazioni biologiche ed ecosistemiche sulla fragilità dei pesci cartilaginei vi è una forte spinta verso la loro conservazione che si sta evidenziando attraverso numerosi atti di Organismi e Convenzioni internazionali quali, tra le altre, l' International Plan of the Action for the Conservation and Management of the Shark (FAO), la Convenzione di Washington sul commercio internazionale delle specie di fauna e flora minacciate di estinzione (CITES), la Convenzione sulla Biodiversità. Ciò nonostante non si è ancora giunti in Italia all'adozione di un Piano d'Azione Nazionale sulla conservazione degli Squali, nonostante siano state effettuate alcune proposte.

Rettili marini (Testudines)

Le specie di tartarughe marine segnalate nel Mare Mediterraneo sono cinque, ma soltanto tre sono segnalate nei mari italiani, ivi compreso il Mare Adriatico centrale e meridionale: la tartaruga comune (*Caretta caretta*), l'unica presente con una popolazione più consistente e con siti di nidificazione accertati su tratti costieri dell'Italia meridionale e insulare. La tartaruga verde (*Chelonia mydas*) e la tartaruga liuto (*Dermochelys coriacea*) non sono frequenti nei mari italiani e sono segnalate sporadicamente in quanto la loro distribuzione nel Mediterraneo è limitata alla zona sudorientale del bacino (t. verde) o del tutto sporadica (t. liuto). La presenza occasionale di queste due specie nei mari italiani è relativa prevalentemente a

esemplari giovani in fase pelagica: la tartaruga liuto non nidifica sulle coste del Mediterraneo dove è tuttavia eccezionalmente presente con esemplari di origine Atlantica, prevalentemente di taglia medio-grande, che entrano nel bacino sfruttando gli ambienti pelagici per scopi alimentari.

I principali siti di alimentazione e nidificazione di *Caretta caretta* stati identificati in Campania e lungo la fascia costiera ionica di Basilicata e Calabria, unitamente al sito di riproduzione presente sull'Isola di Lampedusa (vedi Figura 2.27).

Le tartarughe marine sono specie tipicamente migratorie tuttavia le modalità di movimento, l'uso dell'habitat e le rotte migratorie sono ancora poco noti. Dai risultati ottenuti dagli studi tramite marcatura, le femmine adulte sicuramente migrano tra la Grecia e il nord Adriatico e tra la Grecia e la piattaforma continentale tunisina, attraverso l'Adriatico meridionale, lo Ionio e il Canale di Sicilia. La presenza di importanti siti di nidificazione nel Mediterraneo orientale (Grecia, Libia, Turchia e Cipro) e di importanti aree neritiche di alimentazione sulle piattaforme continentali in Adriatico e in Tunisia, Turchia e Egitto, suggerisce migrazioni riproduttive anche tra queste aree. Il Canale di Sicilia collega il bacino occidentale con quello orientale e pertanto è probabile che costituisca un importante corridoio migratorio.

L' Adriatico meridionale e lo Ionio settentrionale rappresentano importanti aree oceaniche, utilizzate probabilmente da giovani individui provenienti dai siti di nidificazione in Grecia. In base alle informazioni disponibili l'Adriatico, lo Ionio, il Canale di Sicilia, la piattaforma continentale tra Sicilia e Tunisia rappresentano aree di alimentazione e corridoi migratori delle tartarughe marine nel Mediterraneo.

Nella tabella seguente si riporta un quadro di sintesi degli strumenti di conservazione e tutela delle tre specie segnalate nei mari italiani e lo stato di conservazione secondo la Lista Rossa delle specie minacciate (IUCN Red List of Threatened Species, 2011).

Specie	L. 157/92 art. 2	L. 157/92	Conv. Berna Ap.2	Conv. Berna Ap.3	Conv. CITES All.A	Conv. ITES All. B	CITES All. D	Conv. BONN Ap.1	Conv. BONN Ap.2	Direttiva HABITAT All.2	Direttiva HABITAT Ap.4	Direttiva HABITAT All-5	Conv. BARCELLONA All. 2	IUCN Red List 2011
<i>Caretta caretta</i>			X		X			X		X	X			Minacciata
<i>Chelonia mydas</i>			X		X			X			X			Minacciata
<i>Dermochelys coriacea</i>			X		X			X			X			Gravemente minacciata

Nell'ambito delle iniziative condotte dal MATTM – DPN per la conservazione delle tartarughe marine, si segnalano le "Linee Guida per il recupero, soccorso, affidamento e gestione delle tartarughe marine ai fini della riabilitazione e per la manipolazione e rilascio a scopi scientifici"; le Linee Guida forniscono:

- situazione delle specie e principali minacce;
- norme comportamentali in caso di soccorso, manipolazione e recupero, tra cui: protocolli operativi per il trasporto e gli interventi sugli animali feriti, manipolazione di animali in nidificazione o azioni finalizzate alla protezione dei nidi;
- adempimenti di legge per l'ottenimento delle autorizzazioni, in particolare per quanto riguarda le attività in ambito veterinario, l'istituzione dei Centri Recupero per le Tartarughe Marine (CRTM) e le attività in deroga al DPR 357/97 e s.m.i.;
- indicazioni di carattere tecnico per le attività di impianto e funzionamento dei CRTM;
- indicazioni tecniche per le attività di monitoraggio, incluse le modalità di raccolta dati, le modalità di marcatura e l'utilizzazione della banca dati telematica.

E' stato inoltre stilato un protocollo d'intesa per la redazione del Piano d'Azione nazionale per la conservazione delle tartarughe marine (previsto dal Programma Strategico d'Azione per la Conservazione della Biodiversità nella Regione Mediterranea della Convenzione di Barcellona) tra il MATTM, in collaborazione con l'ex-ICRAM, ed altri soggetti (Regioni, Enti Parco e gestori Aree Marine Protette, Capitanerie di Porto, Corpo Forestale, Enti, Istituti scientifici, Onlus).

Attualmente risulta che l'unico piano di azione ufficialmente redatto per la conservazione della tartaruga *Caretta caretta* riguarda le Isole Pelagie ed è stato approvato nel 2005 dalla Commissione della Riserva dell'Area marina protetta "Isole Pelagie".

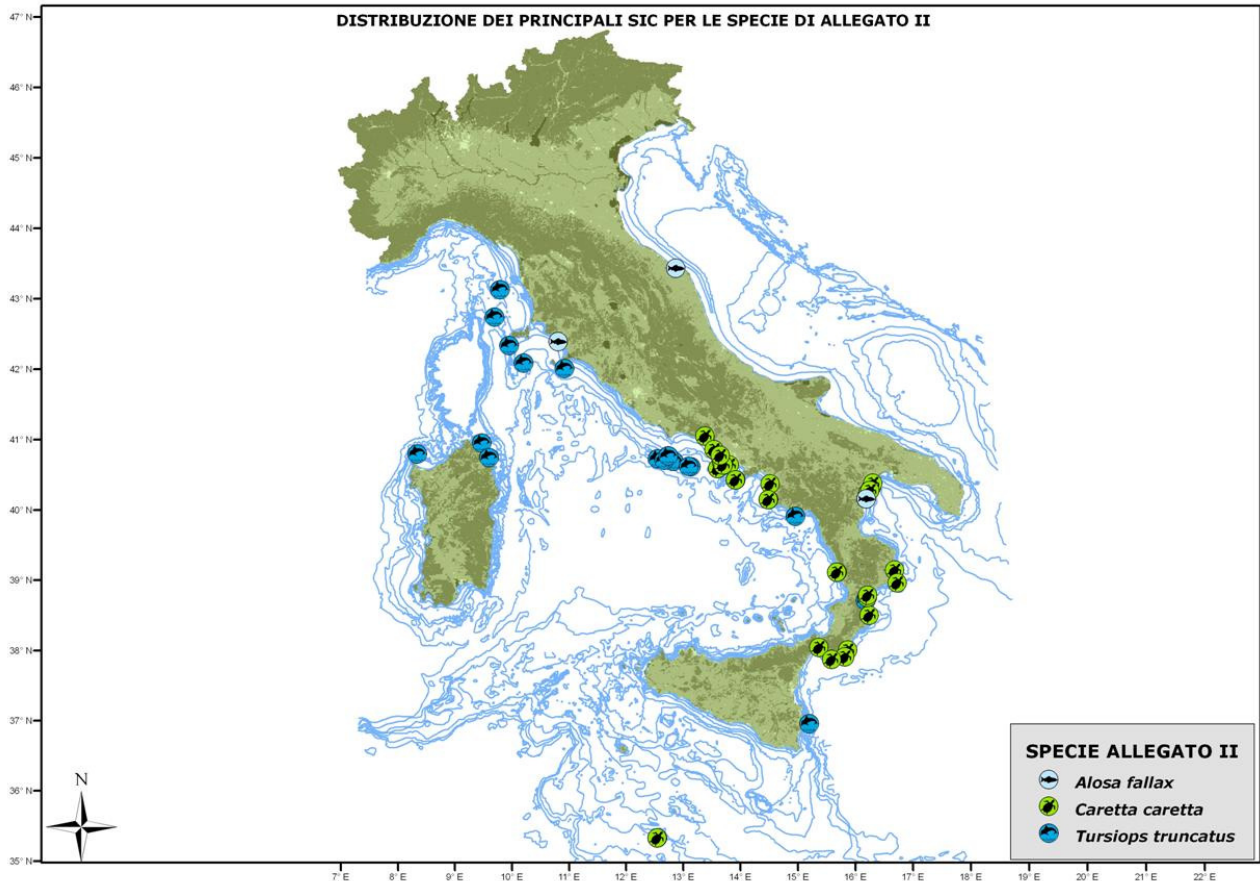


Figura 2.27 - Distribuzione dei siti in cui sono state individuate zone di aggregazione/riproduzione/alimentazione di alcune specie contenute nell'Allegato II della Direttiva Habitat: *Alosa fallax*, *Caretta caretta*, *Tursiops truncatus*. Fonte: Relazione tecnico-scientifica sulla Rete Natura 2000 mare in Italia, - MATTM-DPN, Società Italiana di Biologia Marina, 2009

Mammiferi marini (Cetacei)

I mammiferi marini presenti nel Mediterraneo e nei mari italiani sono rappresentati da diverse specie appartenenti all'ordine dei Cetacei e da una sola specie appartenente alla famiglia dei Focidi.

La Foca monaca del Mediterraneo, *Monachus monachus*, specie in rarefazione in tutto il suo areale di distribuzione, è considerata sostanzialmente scomparsa da oltre un decennio. Lungo le coste orientali della Sardegna, presso l'isola di Montecristo, in

Sicilia e nello Ionio vengono occasionalmente segnalati avvistamenti che sono però da attribuire ad individui isolati, presumibilmente giovani in fase di dispersione.

I cetacei sono mammiferi marini che hanno subito, in rapporto al loro ritorno al mare, profonde modificazioni dell'architettura e dell'organizzazione del corpo. Essi sono perfettamente adattati alla vita pelagica e si sono completamente svincolati dall'ambiente terrestre per la riproduzione (si accoppiano, partoriscono e allattano i propri piccoli nell'acqua).

La produzione e la ricezione dei suoni sono altamente sviluppati e rappresentano un importante strumento di adattamento alla vita pelagica. Le onde sonore prodotte da questi animali permettono un rapido riconoscimento sia degli individui della stessa specie sia di altre specie o di determinate situazioni. Permettono inoltre di valutare le distanze e la velocità degli oggetti in movimento.

L'ordine dei Cetacei comprende i due sottordini dei Mysticeti e degli Odontoceti.

I Misticeti (balene e balenottere) di norma di enormi dimensioni, sono privi di denti e muniti di fanoni, lamine cornee verticali impiantati nella mascella superiore, idonee a filtrare grandi quantitativi di acqua e trattenere il plancton (in particolare i piccoli crostacei del krill) ma anche pesci gregari di piccole dimensioni come sardine, alici, stadi giovanili di specie pelagiche.

Gli Odontoceti, muniti di denti conici, si nutrono di calamari e di piccoli pesci gregari (alici, sardine, sgombri). Presentano modificazioni particolari sulla testa e nel sistema respiratorio che permettono loro di emettere e ricevere onde sonore con una vasta gamma di frequenze. I suoni, prodotti dal movimento dell'aria attraverso sfiatatoio e sacchi aerei, grazie all'azione di una loro speciale muscolatura, sono utilizzati sia per la ecolocalizzazione che per i rapporti sociali (richiami, canti, ecc.).

In base ai dati riportati nella check list della fauna marina italiana (MATTM-DPN e SIBM, 2010) la cetofauna identificata nei mari italiani annovera esemplari appartenenti a quindici specie ma solo otto di queste (*Balaenoptera physalus*, *Physeter catodon*, *Ziphius cavirostris*, *Tursiops truncatus*, *Stenella coeruleoalba*, *Delphinus delphis*, *Grampus grisou*, *Globicephala melas*) sono considerate regolarmente presenti nei mari italiani con popolazioni che si presuppone compiano il loro intero ciclo biologico nei nostri mari. L'osservazione di esemplari delle rimanenti specie è considerata occasionale (*Orcinus orca*, *Steno bredanensis*, *Pseudorca*

crassidens, *Balaenoptera acutorostrata*) o accidentale (*Eubalaena glacialis*, *Megaptera novaeangliae*, *Kogia sima*).

L'assenza di stime numeriche e in generale di informazione sulla distribuzione e sui trend delle popolazioni sottolineano la necessità di studi ad ampia scala spaziale e temporale. La conoscenza sulle popolazioni dei cetacei nei mari italiani risulta relativamente più approfondita per l'area del Tirreno Settentrionale-Mar Ligure coincidente con il Santuario "Pelagos" che dal 2007 è oggetto di monitoraggio navale ed aereo coordinato dall'ISPRA; tra i risultati emersi dal monitoraggio desta particolare interesse l'incremento del 200 % della presenza della balenottera (*Balaenoptera physalus*) nel Tirreno centrale ed una diminuzione nell'area protetta del Santuario.

Nel mare Adriatico le conoscenze sulla consistenza e lo stato delle popolazioni delle diverse specie di cetacei risultano piuttosto scarse; l'ISPRA ha recentemente avviato un monitoraggio con mezzi aerei nel Mare Adriatico, con particolare riferimento alla ricognizione di tursiopi.

In base ai dati della check list della fauna marina (MATTM-DPN e SIBM, 2010) si riportano nel seguito le specie di cetacei presenti nei mari italiani, suddivisi in nove settori biogeografici (Figura 2.28); sono volutamente forniti dati su tutti i mari italiani, e non solo sulle aree marine di interesse ai fini del presente progetto (Adriatico centrale e meridionale, **settori 7 e 8** e molto limitatamente settore 9), proprio per consentire una valutazione comparativa della presenza delle diverse specie nei settori biogeografici:

1. Mar Ligure;
2. Coste della Sardegna (e Corsica) ed alto Tirreno;
3. Tutte le coste campane, le coste tirreniche della Basilicata, della Calabria e della Sicilia, nonché gran parte delle coste siciliane meridionali;
4. Stretto di Messina (un "microsettore" a se stante, ricco di relitti atlantici pliocenici);
5. Estremità sud-orientale della Sicilia, isole Pelagie (e arcipelago maltese);
6. Costa orientale della Sicilia (escluso Stretto di Messina), coste ioniche della Calabria e della Basilicata e porzione meridionale della penisola salentina fino ad Otranto;
- 7. Coste delle Murge (a sud del Golfo di Manfredonia) e del Salento a nord di Otranto, afferenti al settore del Basso Adriatico;**

8. Coste dal Golfo di Manfredonia compreso fino al promontorio del Conero, afferenti al settore del Medio Adriatico;

9. Coste dal Conero fino all'Istria, costituenti il settore dell'Alto Adriatico.

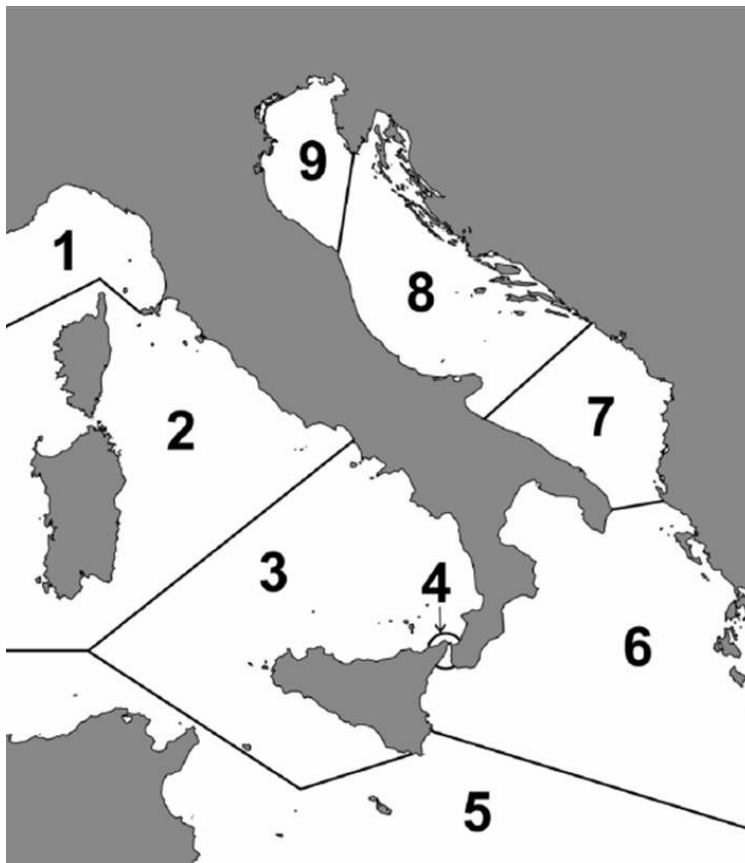


Figura 2.28 – I nove settori biogeografici dei mari italiani. Fonte: Checklist della fauna marina italiana (MATTM-DPN e SIBM, 2010)

Nella Figura 2.29 si riporta la distribuzione delle diverse specie di cetacei nei nove settori biogeografici dei mari italiani (i settori di interesse, 7 e 8, sono evidenziati in colore).

			1	2	3	4	5	6	7	8	9	CAR	SIN	NOTE
Ordine Cetacea														
Famiglia Balaenidae														
<i>Eubalaena</i>	15672	Gray, 1864												
<i>Eubalaena glacialis</i>	15673	(Müller, 1776)							x			M		A1, A17
Famiglia Balaenopteridae														
<i>Balaenoptera</i>	15674	Lacépède, 1804												
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	15675	Lacépède, 1804	x	x	x	x	x	x	x				a1	A2, A17
<i>Balaenoptera musculus</i>	15676	(Linnaeus, 1758)												A3, A17
<i>Balaenoptera physalus</i>	15677	Lacépède, 1804	x	x	x	x	x	x	x	x	x	M	a2	A4, A17
<i>Megaptera novaeangliae</i>	15678	(Borowski, 1781)								x				A5, A17
Famiglia Physteridae														
<i>Kogia</i>	15679	Gray, 1846												
<i>Kogia sima</i>	15680	(Owen, 1866)		x	x									A7, A17
<i>Physeter</i>	15681	Linnaeus, 1758												
<i>Physeter catodon</i>	15682	Linnaeus, 1758	x	x	x	x	x	x	x	x	x	M	a3	A6, A17
Famiglia Ziphiidae														
<i>Ziphius</i>	15683	Cuvier 1823												
<i>Ziphius cavirostris</i>	15684	Cuvier 1823	x	x	x	x	x	x	x	x				A8, A17
Famiglia Delphinidae														
<i>Delphinus</i>	15685	Linnaeus, 1758												
<i>Delphinus delphis</i>	15686	Linnaeus, 1758	x	x	x	x	x	x	x	x	x	M		A10, A17
<i>Globicephala</i>	15687	Lesson, 1828												
<i>Globicephala melas</i>	15688	(Traill, 1809)	x	x	x	x	x	x	x				a5	A14, A17
<i>Grampus</i>	15689	Gray, 1828												
<i>Grampus griseus</i>	15690	(Cuvier,1812)	x	x	x	x	x	x	x	x	x			A11, A17
<i>Orcinus</i>	15691	Fitzinger, 1860												
<i>Orcinus orca</i>	15692	(Linnaeus, 1758)	x	x	x		x	x						A13, A17
<i>Pseudorca</i>	15693	Reinhardt, 1862												
<i>Pseudorca crassidens</i>	15694	(Owen, 1846)	x		x						x		a4	A12, A17
<i>Stenella</i>	15695	Gray, 1866												
<i>Stenella coeruleoalba</i>	15696	(Meyen, 1833)	x	x	x	x	x	x	x	x				A9, A17
<i>Steno</i>	15697	Gray, 1846												
<i>Steno bredanensis</i>	15698	(Cuvier in Lesson, 1828)		x	x		x							A15, A17
<i>Tursiops</i>	15699	Gervais, 1855												
<i>Tursiops truncatus</i>	15700	(Montagu,1821)	x	x	x	x	x	x	x	x	x			A17

Figura 2.29 – Specie di cetacei presenti nei mari italiani. Fonte: Checklist della fauna marina italiana (MATTM-DPN e SIBM, 2010)

Nelle note nel seguito riportate si riportano le indicazioni ritenute significative relative alle singole specie:

- *Eubalena glacialis* (o *Balaena rostrata*), presenza in Mediterraneo ritenuta accidentale;
- *Balaenoptera acutorostrata* (o *Balaena physalus*): presenza in Mediterraneo ritenuta occasionale;
- *Balaenoptera physalus* (o *Delphinus melas*): presenza regolare nei settori 1, 2, 3, 5 e 6, è meno frequente nei settori 4 e 7 e segnalata solo occasionalmente nei settori 8 e 9;
- *Megaptera novaeangliae*: presenza in Mediterraneo ritenuta accidentale; un avvistamento di un esemplare a largo di Senigallia nel 2002;
- *Physeter catodon* (o *Physeter macrocephalus*): presenza regolare nei settori 1 e 6 (sebbene con minore abbondanza nei settori 2 e 3), meno frequente nel settore 7 e segnalato occasionalmente nei settori 8 e 9;
- *Ziphius cavirostris*: presenza regolare nei settori 1 e 7 e nella porzione meridionale del settore 8 ma osservato raramente per via delle abitudini schive;
- *Delphinus delphis*: presenza regolare sebbene la specie sia considerata meno abbondante che nel passato;
- *Globicephala melas*: presenza regolare nei settori 1, 2 e 3, meno frequente nei settori 4 e 7;
- *Grampus griseus*: presenza regolare nei settori 1 e 3 e 5 e 7, meno frequente nei settori 4 e 8, sporadico nel settore 9;
- *Stenella coeruleoalba*: presenza regolare nei settori 1, 2, 3, 5, 6 e 7 e meno frequente nei settori 4 e 8.

In base ai dati riportati nel Mare Adriatico centro meridionale risultano regolarmente presenti, anche se con frequenze diverse nei diversi settori, le seguenti specie: *Balaenoptera physalus* (Balenottera comune) e *Physeter catodon* (capodoglio) entrambe poco frequenti o occasionali nell'Adriatico centro meridionale, *Ziphius cavirostris* (Zifio), *Delphinus delphis* (Delfino comune), *Globicephala melas* (Globicefalo), *Grampus griseus* (Grampo), *Stenella coeruleoalba* (Stenella striata), *Tursiops truncatus* (Tursiope).

Nella tabella seguente si riportano i principali strumenti (Accordi e Convenzioni internazionali, Direttive comunitarie) per la tutela dei cetacei, con particolare riferimento a quelli la cui presenza è a vario titolo segnalata nei mari italiani, elaborata sulla base del Repertorio della Fauna italiana (MATTM-DPN), della IUCN Red List (2011), della check list della fauna marina italiana (MATTM-DPN e SIBM).

Specie	Conv. Berna Ap.2	Conv. Berna Ap.3	Conv. CITES All. A	Conv. ITES All. B	CITES All. D	Conv. BONN Ap.1	Conv. BONN Ap.2	Direttiva HABITAT All.2	Direttiva HABITAT All.4	Direttiva HABITAT All.5	Conv. BARCELLONA Protocollo SPA App. 2	IUCN Red List 2011
<i>Balaenoptera acutorostrata</i> (Balenottera minore)	X		X						X		X	A rischio minimo
<i>Balaenoptera physalus</i> (Balenottera comune)	X		X						X		X	Minacciata
<i>Delphinus delphi</i> (Delfino comune)	X		X						X		X	A rischio minimo
<i>Eubalaena glacialis</i> (Balena franca boreale)	X		X						X			Minacciata
<i>Globicephala melas</i> (Globicefalo)	X		X						X		X	Dati insufficienti
<i>Grampus griseus</i> (Grampo)	X		X						X		X	A rischio minimo
<i>Megaptera novaeangliae</i> o <i>Phocoena crassidens</i>	X								X			A rischio minimo
<i>Orcinus orca</i> (Orca)	X		X						X		X	Dati insufficienti
<i>Physeter catodon</i> (<i>P. macrocephalus</i>) (Capodoglio)	X		X						X		X	Vulnerabile
<i>Pseudorca crassidens</i>	X		X						X		X	Dati insufficienti
<i>Stenella coeruleoalba</i> (Stenella striata)	X		X						X		X	A rischio minimo
<i>Steno bredanensis</i>	X		X						X		X	A rischio minimo
<i>Tursiops truncatus</i> (Tursiope)	X		X					X	X		X	A rischio minimo
<i>Kogia simus</i>	X		X						X		X	A rischio minimo
<i>Ziphius cavirostris</i> (Zifio)	X		X						X		X	A rischio minimo

Tutte le specie di cetacei regolarmente presenti e/o con presenza sporadica o accidentale nei mari italiani sono incluse nell' Allegato 4 della Direttiva 92/43 CEE "Habitat" relativo alle specie animali e vegetali di interesse comunitario che richiedono una protezione rigorosa, recepito come Allegato D dal D.P.R. 357/97 e s.m.i., e nell'Appendice II del Protocollo SPAMI (Zone Particolarmente Protette e alla Diversità Biologica nel Mediterraneo) della Convenzione di Barcellona, relativo alle specie in pericolo o minacciate per le quali sono vietati l'uccisione, il commercio, il disturbo

durante i periodi di riproduzione, migrazione, svernamento ed altri periodi in cui gli animali sono sottoposti a stress fisiologici.

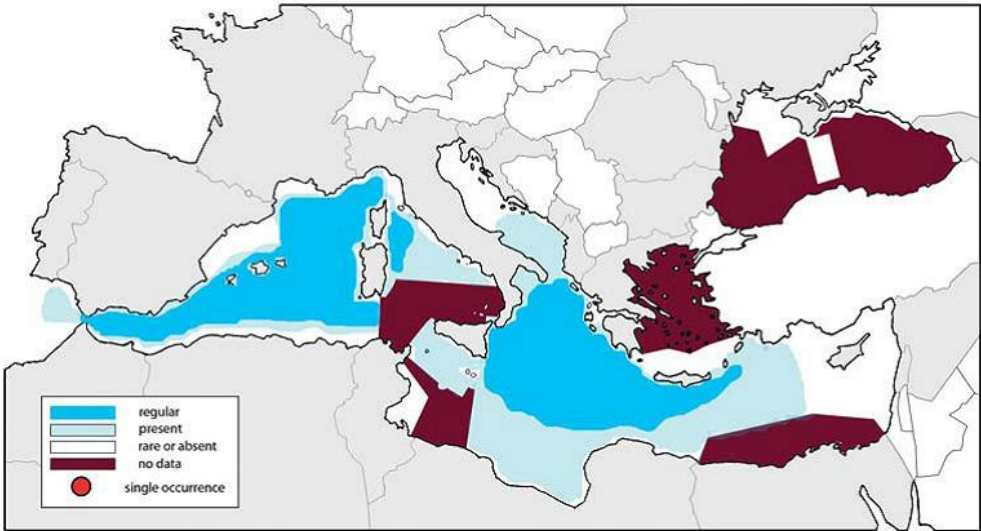
Secondo le indicazioni della IUCN Red List gran parte delle specie risulta a rischio minimo, nonostante per molte non si disponga di dati sufficienti a valutare il reale stato di pericolo; le tre specie a maggior rischio sono *Balaenoptera physalus* ed *Eubalaena glacialis*, (minacciate) e *Physeter catodon* (vulnerabile).

L'Accordo per la conservazione dei cetacei nel Mediterraneo, nel Mar Nero e nelle contigue aree atlantiche (ACCOBAMS), siglato a Monaco nel 1996 ed entrato in vigore nel 2001 è stato ratificato da 23 paesi, tra cui l'Italia, con la Legge 27/2005. L'Accordo prevede da parte di ogni firmatario un impegno a livello normativo, scientifico e socio-economico, per conseguire il duplice obiettivo di proteggere i cetacei ed il loro habitat riducendo le principali minacce determinate dalle attività antropiche, con particolare riferimento alla pesca, inquinamento delle acque, traffico marittimo e turismo, e migliorando la conoscenza di questi mammiferi marini.

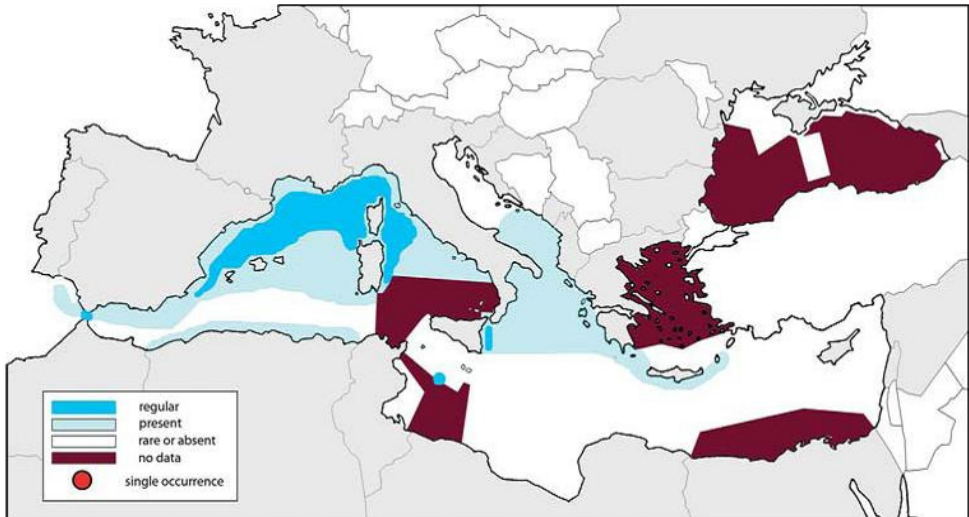
I periodici rapporti scientifici prodotti nell'ambito dell'Accordo ACCOBAMS utilizzati nel presente studio (vedi Bibliografia), rappresentano un dettagliato ed aggiornato strumento per la conoscenza delle caratteristiche e dello stato di conservazione delle diverse specie di cetacei presenti nel Mediterraneo.

Sulla base dell'ultimo rapporto scientifico sullo stato dei cetacei nell'area ACCOBAMS (2010), integrato dai dati sui mammiferi marini italiani resi disponibili dal MATTM – DPN (vedi Bibliografia), vengono nel seguito fornite per ciascuna specie la cui presenza è considerata regolare, anche se con frequenze diverse, nell'Adriatico centrale e meridionale, le principali caratteristiche ecologiche, biologiche, lo status e le principali minacce per la conservazione della specie.


Physeter catodon o *P. macrocephalus* (Capodoglio)

Distribuzione	
Ecologia, habitat, comportamento riproduttivo	<p>Habitat di acque pelagiche profonde, potendo immergersi anche oltre i 2500 metri, predilige la scarpata continentale particolarmente ricca di cefalopodi di cui si nutre preferenzialmente. I gruppi sociali sono di due tipi: il gruppo familiare composto da una ventina di individui e il gruppo dei maschi formato al massimo di 40-50 individui. Nel Mediterraneo i gruppi avvistati non superano le dieci unità. La stagione riproduttiva si colloca in estate e la gestazione dura 14-15 mesi con cure parentali per i 2-5 anni successivi alla nascita. La media del ciclo riproduttivo è di 4-6 anni.</p>
Popolazioni	<p>Non esistono dati quantitativi certi sulle popolazioni, se non per aree ristrette oggetto di monitoraggi (Stretto di Gibilterra, Golfo di Lione, Ionio).</p>
Principali cause di rischio	<p>La più seria minaccia è rappresentata dalla pesca con reti pelagiche di tonno e pesce spada nelle quali i capodogli rimangono impigliati. Oltre alla pesca bycatch (accidentale) sono sensibili al rumore antropogenico determinato da traffico navale, sonar militari, prospezioni sismiche, esplosivi illegali utilizzati per la pesca.</p>

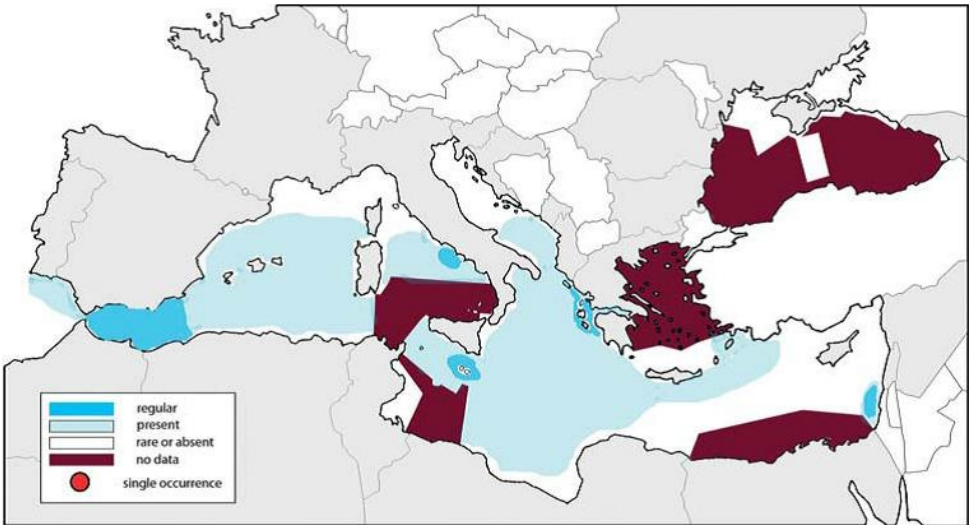
Balaenoptera physalus (Balenottera comune)

Distribuzione	
Ecologia, habitat, comportamento riproduttivo	<p>Cetaceo prevalentemente pelagico, viene in genere osservato nelle acque profonde (tra i 400 e i 2500 metri) oltre la piattaforma continentale. Per motivi alimentari (elevate concentrazioni di zooplancton) può spingersi sulla piattaforma, in baie e acque costiere. Gli accoppiamenti avvengono in inverno alle basse latitudini dove, dopo circa 11-12 mesi di gestazione, vengono partoriti i piccoli. Lo svezzamento avviene oltre i sei mesi.</p>
Popolazioni	<p>Non esistono dati quantitativi sulle popolazioni in tutta l'area ACCOBAMS (stimati non più di 5000 individui); segnalato un netto declino delle popolazioni nell'area del Santuario dei Cetacei nell'ultimo decennio (recenti studi coordinati dall'ISPRA indicano una rilocalizzazione delle popolazioni nel Tirreno centrale, fuori dell'area del Santuario, dove è stato riscontrato un aumento di presenze pari al 200 %).</p>
Principali cause di rischio	<p>L'intensa caccia industriale praticata fino agli anni '70 è stata la causa della pesante diminuzione numerica di questo cetaceo. Attualmente il principale pericolo è rappresentato dalle collisioni con le navi; minacce secondarie sono indicate in inquinamento delle acque, whale watching non adeguatamente regolamentato, cambiamenti climatici.</p>


Ziphius cavirostris (Zifio)

Distribuzione	
Ecologia, habitat, comportamento riproduttivo	Specie pelagica spesso associata a scarpate profonde e canyon sottomarini; si nutre soprattutto di molluschi cefalopodi, pur non tralasciando pesci appartenenti a specie di profondità; le informazioni sul ciclo riproduttivo sono scarsissime e non è nota una precisa stagione riproduttiva.
Popolazioni	Non si hanno dati sulla consistenza delle popolazioni se non per le aree del golfo di Genova e il settore settentrionale del Mare di Alboran; la popolazione del Mediterraneo è geneticamente separata da quelle nord atlantiche; in genere vengono avvistati esemplari isolati o in piccoli gruppi.
Principali cause di rischio	La specie è complessivamente molto poco nota dal punto di vista biologico, ecologico ed etologico. Le principali minacce nelle acque italiane sono rappresentate dalle catture accidentali nelle reti pelagiche derivanti; nell'area ACCOBAMS si segnalano anche il rumore antropogenico e l'ingestione di rifiuti solidi, sebbene non si abbiano evidenze di un eventuale declino delle popolazioni.

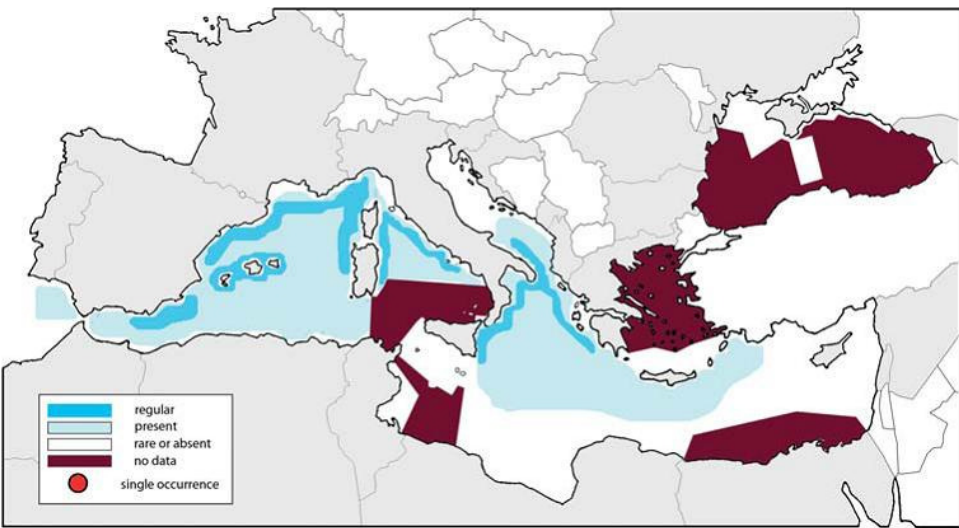
Delphinus delphis (Delfino comune)

Distribuzione	
Ecologia, habitat, comportamento riproduttivo	<p>Vive sia in acque pelagiche che costiere ed è preferenzialmente ittiofago (soprattutto pesce azzurro e microfidi) anche se si nutre anche di cefalopodi; la dieta sembrerebbe inoltre variare con le stagioni. La riproduzione ha luogo in estate e la gestazione dura poco meno di un anno, con intervalli tra un parto e l'altro di almeno due anni.</p>
Popolazioni	<p>Per il Mediterraneo e quindi anche per l'Italia non si dispone di stime numeriche a parte l'evidenza di un drastico decremento. In genere i branchi sono formati da 10-20 individui ma esistono avvistamenti di centinaia di individui. Nel Mediterraneo a volte viene avvistato in associazione alla stenella striata o al tursiope.</p>
Principali cause di rischio	<p>Un tempo molto diffuso nei mari italiani, dalla metà del XX secolo la sua presenza appare estremamente ridotta, come nel resto del Mediterraneo tranne per alcune zone in prossimità di Gibilterra e nei mari della Grecia. Le cause del recente declino non sono note.</p>

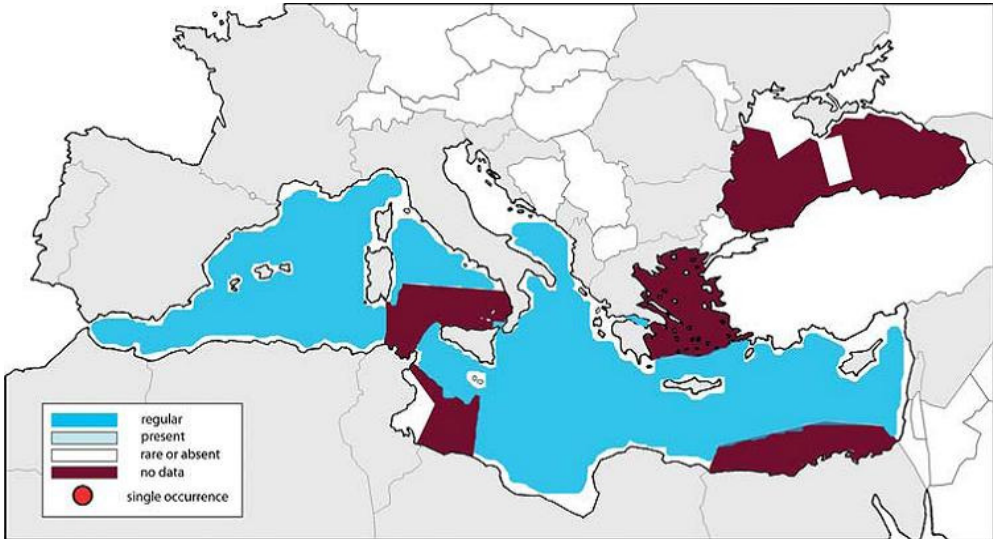
Globicephala melas (Globicefalo)

Distribuzione	
Ecologia, habitat, comportamento riproduttivo	<p>Si rinviene in acque profonde off shore dove compie immersioni prolungate alla ricerca di cibo (cefalopodi e pesci pelagici). Risulta molto raro o assente in tutto il Mediterraneo orientale (Adriatico incluso). I dati esistenti sul comportamento riproduttivo riguardano soprattutto le popolazioni del Nord Atlantico dove la stagione riproduttiva è in primavera e all'inizio dell'estate. I parti avvengono dopo 14-15 mesi di gestazione e l'intervallo medio tra un parto e il successivo è di 3 anni e mezzo. L'allattamento può durare anche più di due anni.</p>
Popolazioni	<p>Per il Mediterraneo e in particolare per i mari italiani non si hanno dati sulla consistenza e struttura delle popolazioni; è un cetaceo gregario e forma branchi di decine di individui che, riunendosi a loro volta, arrivano a costituire gruppi di molte centinaia di individui.</p>
Principali cause di rischio	<p>Le principali minacce sono rappresentate dalle catture accidentali nelle reti pelagiche derivanti, collisioni con navi, inquinamento, infezioni da Morbillivirus, rumore antropogenico.</p>

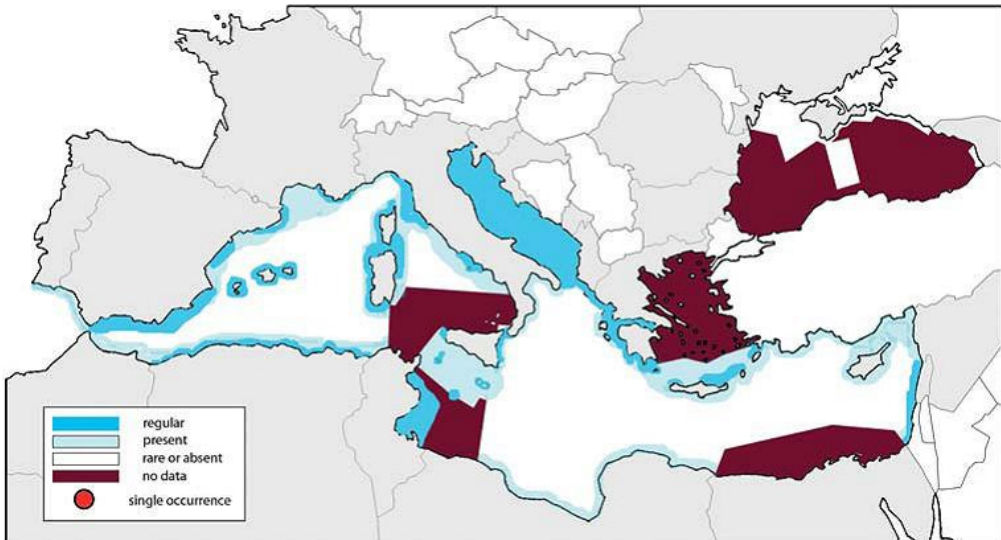
Grampus griseus (Grampo)

Distribuzione	
Ecologia, habitat, comportamento riproduttivo	Predilige le zone dove la scarpata continentale è più ripida, avvicinandosi anche alla costa se i fondali sono sufficientemente profondi; si nutre soprattutto di molluschi cefalopodi; le informazioni sul ciclo riproduttivo sono molto scarse; la gestazione dura poco più di un anno e le nascite sembrano più frequenti nei mesi estivi.
Popolazioni	Non si hanno stime sulla consistenza delle popolazioni né sui trend se non per limitate aree della Spagna orientale; forma gruppi composti da 10-30 individui che si possono riunire a formare branchi anche di centinaia di esemplari.
Stato e minacce	Sembra una specie senza particolari problemi di sopravvivenza, anche se mancano completamente dati sulla consistenza delle popolazioni. Le principali minacce sono rappresentate dalle catture accidentali nelle reti pelagiche derivanti, l' ingestione di rifiuti solidi (plastica), sebbene non si hanno evidenze di un eventuale declino delle popolazioni.

Stenella coeruleoalba (*Stenella striata*)

Distribuzione	
Ecologia, habitat, comportamento riproduttivo	<p>Predilige le acque pelagiche profonde e altamente produttive della piattaforma continentale dove ha un' alimentazione molto varia e ben adattata alla disponibilità di prede nelle differenti zone e stagioni, prediligendo cefalopodi; le popolazioni mediterranee sono ancora poco conosciute per il comportamento riproduttivo; sembra che le nascite avvengano prevalentemente durante l'estate, dopo una gestazione che dura circa 12 mesi. I neonati vengono allattati per più di un anno. Le femmine partoriscono con un intervallo di circa 3 anni.</p>
Popolazioni	<p>Non esistono dati certi sulla consistenza delle popolazioni; si stimano più di 100 000 esemplari in tutto il Mediterraneo; negli anni 1990-1991 le stenelle del Mediterraneo sono state colpite da una pesante moria provocata da un'infezione da Morbillivirus che ha causato la morte di centinaia di esemplari; nonostante tale moria è la specie più abbondante nel Mediterraneo e nei mari italiani, fatta eccezione per l'Adriatico settentrionale e per il canale di Sicilia. E' probabile che nel tempo sia avvenuta una sostituzione con il tursiope, forse per competizione alimentare o altri fattori ecologici non ancora acclarati; in genere forma gruppi composti da 10-15 membri, che a loro volta si possono riunire in branchi molto numerosi.</p>
Stato e minacce	<p>Non esistono dati comprovanti un eventuale declino delle popolazioni mediterranee. Le principali minacce causate dall' inquinamento, dalle catture accidentali effettuate con attrezzi da pesca (soprattutto le reti pelagiche derivanti usate per la pesca del pesce spada).</p>

Tursiops truncatus (Tursiopo)

Distribuzione	
Ecologia, habitat, comportamento riproduttivo	<p>E' uno tra i cetacei più adattabili ad habitat differenti. Può vivere in zone costiere, a volte negli estuari, ma frequenta anche le acque pelagiche. Si ritiene che esistano due forme di questa specie, una costiera (che presenta anche dimensioni più ridotte) e una pelagica (di corporatura più robusta). Si nutre di pesci e cefalopodi sia bentonici che pelagici, a seconda dell'habitat. Molti dati riguardanti la riproduzione sono stati ottenuti dalle osservazioni eseguite su esemplari in cattività; in genere gli accoppiamenti e le nascite avvengono nella stagione estiva; la gestazione dura circa 12 mesi e il piccolo viene svezzato dopo circa 2 anni. Sono stati osservati casi in cui i piccoli di più femmine venivano accuditi da una sola femmina mentre le madri cercavano cibo.</p>
Popolazioni	<p>Non si hanno dati sulla consistenza delle popolazioni nel Mediterraneo se non per le aree del Mar Ligure e Tirreno settentrionale (Santuario dei cetacei) e per diversi settori costieri localizzati; vive in piccoli gruppi di individui in aree costiere mentre in acque profonde il gruppo tende ad avere un maggior numero di individui. Una zona molto importante per l'aggregazione di questa specie, è quella situata nel tratto superficiale del Canyon di Cuma (area D dell' Area Marina Protetta Regno di Nettuno) a nord dell'Isola di Ischia e nelle le limitrofe Isole Pontine.</p>
Stato e minacce	<p>Vivendo principalmente in acque costiere la specie è maggiormente esposta alle pressioni antropiche e può essere vittima di catture accidentali nelle reti da pesca, del degrado degli habitat costieri, dell'inquinamento delle acque; è stata vittima di morie causate da infezioni virali che hanno coinvolto anche le stenelle striate. Non esistono dati riguardanti un eventuale declino della specie.</p>

2.2.4 Rumore e vibrazioni

L'ambiente marino costituisce un ecosistema interessato da diverse attività umane, molte delle quali producono emissioni acustiche sottomarine.

Le principali sorgenti acustiche d'origine antropica che originano inquinamento acustico sono:

- traffico navale, le perforazioni del fondale, gli ecoscandagli, i dispositivi di telemetria, lavori di costruzione e attività costiere;
- i sonar militari e civili, le indagini geosismiche o gli esperimenti oceanografici e le esplosioni subacquee.

In mare esistono anche molte sorgenti di emissioni acustiche naturali, tra queste i suoni a basse frequenze (<100Hz) dominanti provengono dai terremoti, le frequenze tra 100 Hz e 10 kHz derivano dal rumore delle onde e in larga misura dal rumore provocato dalle piogge sulla superficie del mare, mentre tra i 50 e i 100 kHz troviamo svariate frequenze alle quali operano anche i biosonar di molte specie di mammiferi marini (Figura 2.30).

Globalmente perciò l'ambiente sottomarino può essere considerato un ambiente "rumoroso". È stato calcolato che nei mari dell'emisfero boreale ci sono 10dB in più in media rispetto quelli dell'emisfero australe. Si ipotizza inoltre che il rumore sottomarino diffuso stia aumentando dell'ordine di 3 dB ogni dieci anni. In ordine di intensità e su scala complessiva, le sorgenti inquinanti di origine antropica che hanno maggiormente contribuito all'aumento del rumore di fondosottomarino, sono rappresentate dal traffico di navi mercantili, dall'impiego dei sonar ad uso militare e ad uso delle esplorazioni geosismiche e dalle emissioni acustiche provocate dagli impianti di perforazione per l'estrazione di idrocarburi.

È noto infatti che le fonti di rumore d'elevata potenza (esplosioni subacquee, sonar d'elevata potenza sia militare sia civili, air gun usati per le prospezioni geosismiche) possono provocare effetti comportamentali anche significativi sulla fauna marina.

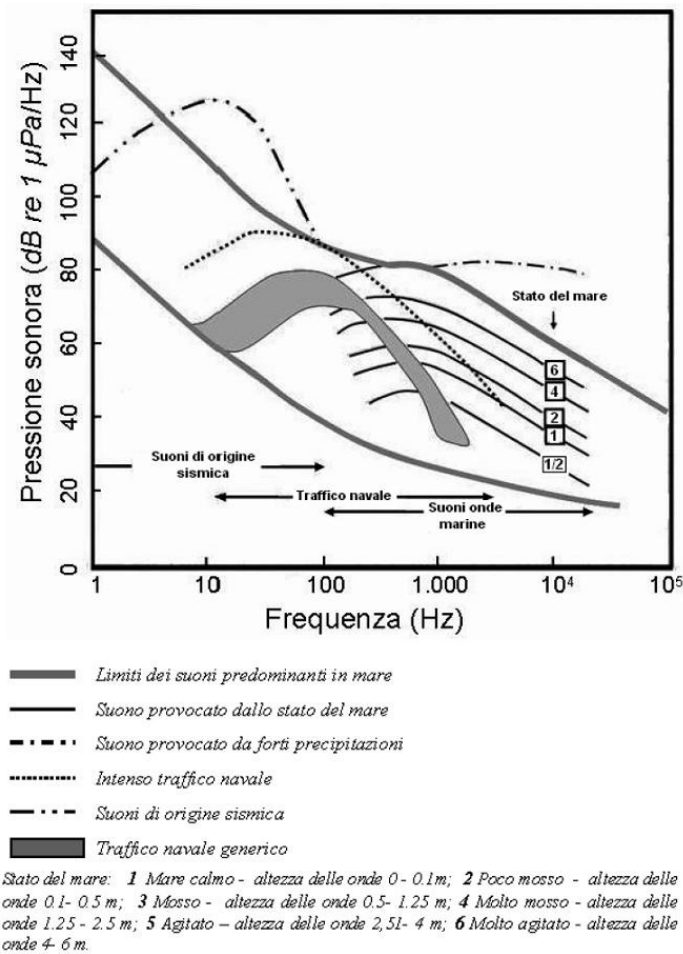


Figura 2.30 – Livelli di frequenza (Hz) e pressione sonora (dB re 1 µPa/Hz) del rumore sott’acqua prodotto da diverse fonti sia di origine naturale (stato del mare) sia di origine antropica (traffico navale, suoni di origine sismica). Fonte: Wenz, 1969.

2.2.4.1 Normativa di riferimento

Normativa internazionale

A livello internazionale le emissioni acustiche sottomarine sono considerate una forma di inquinamento acustico che può provocare danni di vario genere alla fauna marina, dal semplice disturbo ad manifestazioni di letalità. Nella risoluzione internazionale MARPOL 73/78 sull’inquinamento marino il rumore viene considerato solo nei termini di misurazione del rumore generato dalle imbarcazioni.

Inoltre, anche se indirettamente o non espressamente citato l’impatto acustico è regolato dai seguenti accordi:

- articolo 194 dell' United Nations Convention on the Law of The Sea (UNCLOS) sulle misure per prevenire, ridurre e controllare l'inquinamento dell'ambiente marino causato da qualsiasi sorgente;
- articoli 204 e 206 dell'United Nations Convention on the Law of The Sea (UNCLOS) con i quali si richiede agli stati che hanno sottoscritto la convenzione di determinare i potenziali effetti delle loro attività sull'ambiente marino e di comunicare i risultati di tali analisi;
- articolo 236 dell' United Nations Convention on the Law of The Sea (UNCLOS) il quale stabilisce che ogni stato deve garantire che le attività svolte da imbarcazioni di tipo militare operino, per quanto reso possibile dalle loro capacità, nel rispetto di quanto espresso nella convenzione;
- Raccomandazioni della 58° International Whaling Commission (IWC), 2006 Annesso K, Report of the Standing Working Group on Environmental Concerns, che riassume le misure proposte per la regolamentazione dei danni arrecati ai mammiferi marini dalle attività di esplorazione geofisica; l'Italia ha aderito all'IWC il 2 febbraio 1998;
- Raccomandazioni dell' ACCOBAMS (Agreement on the Conservation of Cetaceans of the Black Sea, Mediterranean Sea and contiguous Atlantic Sea) che prevedono la necessità di stabilire ed adottare di linee guida per la mitigazione dell'impatto delle emissioni di origine umana in ambiente marino; l'Italia rappresenta uno dei paesi firmatari dell'accordo.

Normativa comunitaria

A livello comunitario le emissioni acustiche sono regolamentate solamente in ambito terrestre o come emissioni sottomarine causate dall'utilizzo di sonar militari.

Il rumore ambientale è regolamentato tramite la Direttiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 giugno 2002 relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale con riferimento però alle sole emissioni acustiche prodotte dalle veicoli stradali e su rotaia e relative infrastrutture, aeromobili, attrezzature utilizzate all'aperto e attrezzature industriali.

Per la tutela dell'ambiente marino è stata approvata la Direttiva comunitaria 2008/56/CE che definisce l'inquinamento come "l'introduzione diretta o indiretta in

ambiente marino, da parte delle attività umane, di sostanze o forme di energia incluse le emissioni sottomarine di suoni di origine antropica”.

In attesa però di una specifica normativa che regolamenti le emissioni acustiche in ambiente marino è stato proposto da diverse organizzazioni scientifiche internazionali di fare riferimento alla Direttiva Habitat 92/43/CE dove all’art. 12 si stabilisce che è proibita ogni forma di disturbo o danno intenzionale alle specie inserite nell’annesso IV (in cui sono inclusi i tutti i mammiferi marini e molte specie appartenenti alla fauna marina). La direttiva deve servire come base per lo sviluppo di un sistema di regolamentazione in accordo con le proposte presentate dalle principali organizzazioni internazionali tra cui le raccomandazioni dell’International Whaling Commission (IWC) e della United Nations Convention on the Law of the Sea (UNCLOS) e le risoluzioni fornite dalle commissioni scientifiche di ACCOBAMS esposte nel seguito:

- Raccomandation 2.16 “Assessment and impact assessment of man-made noise” con la quale si definisce il rumore come forma di inquinamento acustico che può causare danni alla fauna marina;
- Recommendation SC 4.3. “Anthropogenic Noise” con la quale la commissione scientifica di ACCOBAMS incita le parti a sviluppare regole e linee guida per la mitigazione dell’impatto delle emissioni sottomarine con particolare attenzione a quelle ad elevata potenza come i test militari con impiego di sonar e le indagini geosismiche;
- Recommendation 3.10 “Guidelines to address the impact of anthropogenic noise on marine mammals in the Accobams area” con la quale si definisce l’urgenza di adottare specifiche linee guida in materia di emissioni sonore sottomarine e di sottoporre il rumore sottomarino a valutazione di impatto ambientale come strumento per lo sviluppo di misure di mitigazione specifiche per ogni attività che possa introdurre rumore all’ambiente subacqueo.

Linee guida per l’esecuzione di indagini geofisiche

In ambito internazionale sono state adottate le linee guida emanate dal *Joint Nature Conservation Committee*, il comitato scientifico del governo britannico in materia di conservazione della natura. Le misure di mitigazione contenute nelle linee guida adottate nel mondo come best practices operative per l’esecuzione di indagini

geofisiche sono state integralmente recepite quali misure di mitigazione adottate dalla Spectrum per le attività di progetto.

Inoltre, al fine di minimizzare il disturbo nei confronti dell'ecosistema, durante le attività di prospezione geofisica, Spectrum ha integrato le misure di mitigazione del JNCC con quelle elaborate dal CIBRA (Centro Interdisciplinare di Bioacustica di Pavia) per l'ACCOBAMS.

Per il dettaglio sulle misure di mitigazione adottate per le attività di progetto, si rimanda a quanto riportato in merito nel Quadro di Riferimento Progettuale.

2.2.4.2 Caratteristiche del rumore subacqueo

Una perturbazione acustica sottomarina è costituita dalla vibrazione del mezzo di propagazione, l'acqua, che si comprime e si espande ciclicamente consentendo in tal modo di trasmettere energia meccanica. La causa che induce compressioni ed espansioni è costituita dalla sorgente acustica. Così come accade per l'aria, anche per l'acqua la propagazione è caratterizzata da onde di tipo longitudinale in cui la direzione di propagazione è parallela alla direzione della velocità di oscillazione della particella. La velocità di propagazione che rappresenta la velocità con cui si propaga l'energia si calcola mediante la relazione (1) e risulta, per effetto della maggiore densità dell'acqua, 5 o 6 volte maggiore della propagazione delle onde acustiche in aria. Tale circostanza fa capire che sebbene i principi che regolano la propagazione acustica in aria ed in acqua siano gli stessi la trasmissione delle onde acustiche in acqua risulta più facilitata e pertanto l'effetto può essere rilevato anche a notevole distanza dalla posizione della sorgente acustica. Questa caratteristica induce ad adottare una giusta cautela nell'affrontare i problemi di acustica marina. Di seguito si riportano alcuni aspetti specifici relativi ai parametri acustici sottomarini.

La velocità c di un'onda sonora è la velocità alla quale il suono si propaga in un mezzo elastico e costituisce una caratteristica specifica del mezzo stesso. Il suono nei solidi si può propagare in due modi diversi: tramite onde longitudinali in cui il solido viene sollecitato con sforzi di compressione, e onde trasversali in cui la sostanza è sottoposta a sollecitazioni di taglio. In un fluido gli atomi o le molecole sono liberi di scorrere, e quindi le onde trasversali non possono manifestarsi; il suono si propaga pertanto solo per mezzo di onde di pressione longitudinali, cioè onde che oscillano solo

lungo la direzione di propagazione dell'onda stessa. In un fluido la velocità c è data da:

$$c = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad (1)$$

dove E è il modulo di compressibilità (analogo del modulo elastico di Young per i solidi) mentre ρ la densità del liquido. Per l'acqua E è pari a $2,2 \cdot 10^9 \text{ Nm}^{-2}$ mentre ρ è pari a 1000 kgm^{-3} , quindi la velocità del suono nell'acqua è pari a 1500 ms^{-1} .

In realtà la velocità del suono nell'acqua è funzione della densità dell'acqua stessa, che a sua volta è funzione della temperatura, della pressione e del grado di salinità. Una buona rappresentazione di questa dipendenza è fornita dalla formula di Wilson:

$$c = 1449 + 4.6 \cdot T - 0.055 \cdot T^2 + 0.0033 \cdot T^3 + (1.39 - 0.012 \cdot T) \cdot (S - 35) + 0.017 \cdot Z \quad (2)$$

dove T è la temperatura (in °C), S la salinità del mezzo (quantità dimensionale che indica la percentuale di sale per unità di massa di acqua), Z la profondità (in m, misurata considerando come zero la superficie dell'acqua e la profondità come una quantità positiva). Il valore tipico della salinità dell'acqua di mare è 35 psu (pari a 35 grammi di sali per ogni chilogrammo d'acqua). Nella Figura 2.31 è riportato l'andamento tipico della velocità del suono in funzione della profondità.

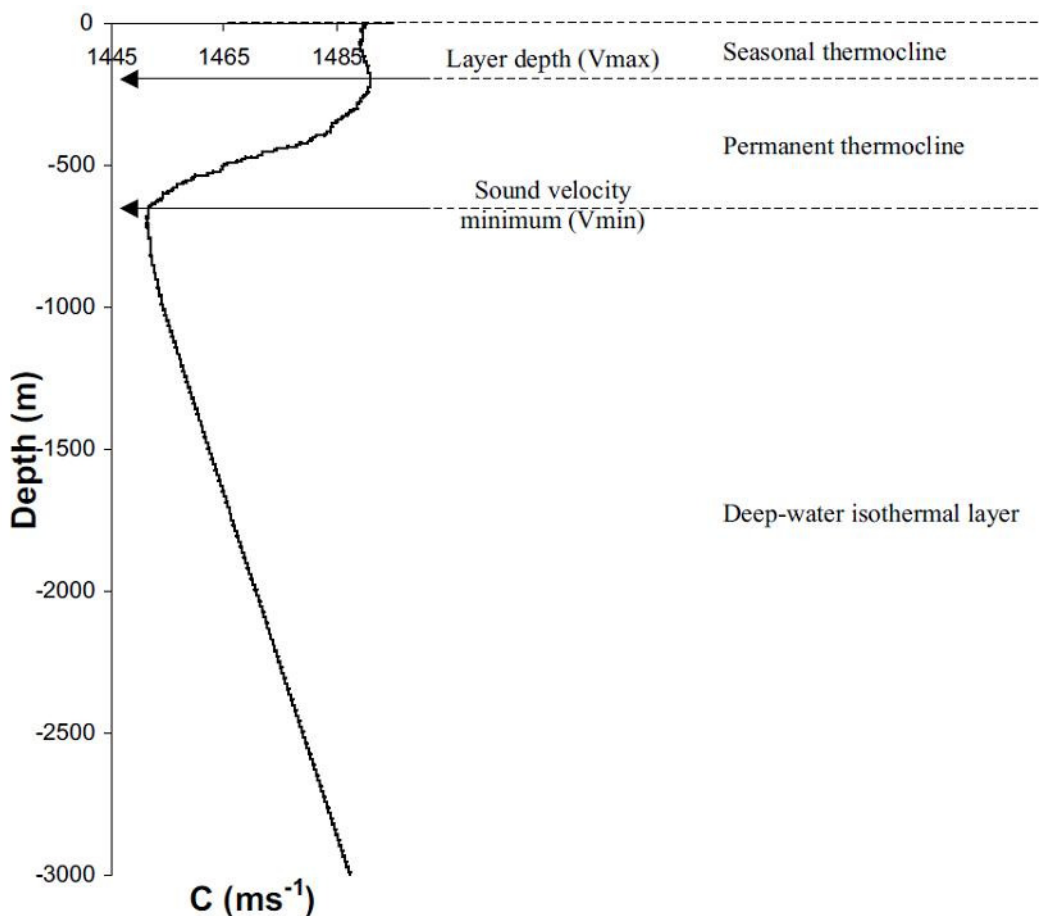


Figura 2.31 – Andamento della velocità del suono in acqua in funzione della profondità. Fonte: Nakken, 1992.

L'andamento della temperatura T , della salinità s e della pressione p dell'acqua in funzione della profondità sono riportati in Figura 2.32 che mostra la diminuzione della velocità al diminuire della temperatura; per una profondità inferiore allo strato di minima velocità (Sound Speed Minimum, SSM) le variazioni di temperatura sono quelle che producono l'effetto maggiore in termini di variazione di c : una diminuzione di 1°C produce una corrispondente variazione di 3 ms^{-1} . Anche una diminuzione della salinità produce una corrispondente riduzione della velocità del suono in acqua (quando s varia di 1 psu, c varia di $1,3 \text{ ms}^{-1}$).

L'aumento della pressione produce un aumento della velocità del suono; per profondità superiori a quelle dello strato SSM la pressione è l'unico parametro che influenza la velocità c (variazioni di p pari a 1 Pa producono variazioni della velocità di propagazione del suono di $1,7 \text{ ms}^{-1}$).

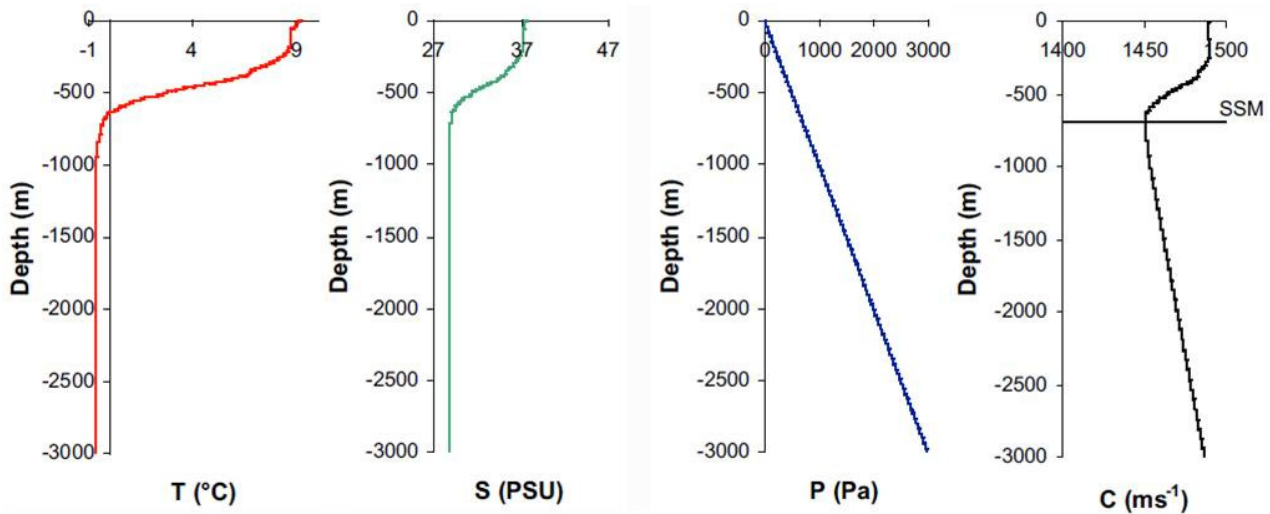


Figura 2.32 – Variazione della temperatura, salinità e pressione dell’acqua con la profondità
 Fonte Nakken, 1992.

La quantità di energia emessa da una sorgente sonora nell’unità di tempo è detta potenza sonora ed è misurata in Watt. Se irradiata in un mezzo elastico attraverso una superficie **S** perpendicolarmente alla direzione del suono, la potenza sonora è pari, a meno della densità del fluido, al rapporto tra la forza di pressione sonora p^2S e la velocità di spostamento delle particelle **c** in direzione del suono.

$$W = \frac{p^2}{\rho c} \cdot S \quad (3)$$

Si definisce intensità sonora **I** la grandezza che esprime la potenza sonora irradiata da una sorgente sonora su un fronte d’onda **S** come:

$$I = \frac{p^2}{\rho c} \quad (4)$$

Considerato l’enorme campo di variazione delle grandezze acustiche, non conviene esprimere grandezze quali pressione, intensità e potenza in valori assoluti. E’ preferibile esprimerle mediante il logaritmo del rapporto tra i valori di queste grandezze ed i relativi valori di riferimento; queste scale vengono chiamate comunemente livelli e la loro unità di misura è il decibel (dB).

Nell’ambito della determinazione del rumore, il livello di pressione sonora, L_p , è la misura fondamentale della pressione del suono, definita in funzione di un rapporto di pressione come segue:

$$L_p = 10 \cdot \log \frac{p^2}{p_0^2} = 20 \cdot \log \frac{p}{p_0} \quad (5)$$

dove p è la pressione effettiva del suono, misurata in un punto di interesse, e p_0 è la pressione di riferimento del suono, pari a 20 μPa in aria, a 1 μPa in acqua.

Nello studio della propagazione dell'onda sonora nell'acqua il parametro fondamentale è il coefficiente di assorbimento che per l'acqua di mare ha la seguente espressione:

$$\alpha = 3.3 \cdot 10^{-3} + \frac{0.11 \cdot f^2}{1 + f^2} + \frac{44 \cdot f^2}{4100 + f^2} + 3.0 \cdot 10^{-4} f^2 \quad (6)$$

dove α è il coefficiente di assorbimento e la sua unità di misura è dB/Km.

2.2.4.3 Stato attuale: le sorgenti di rumore marittimo nell'Adriatico

Esistono molte sorgenti di rumore ambientale, che possono essere classificate in:

- fisiche: sismiche, termiche, dovute al vento, alla turbolenza;
- biologiche: dovute a suoni e movimenti di pesci e fauna marina;
- idromeccaniche: dovute ad imbarcazioni (macchinari di bordo, elica, pompe, ventilatori, tubolature, ecc.) e impianti di estrazione.

Tutte queste sorgenti contribuiscono alla generazione di rumore di fondo il cui livello dipende dalle condizioni di propagazione e di assorbimento. Come visto nel paragrafo precedente, la propagazione del suono è dominata dalle condizioni termiche dell'acqua, particolarmente dalla profondità della termoclina, sebbene anche la struttura del fondo marino e della superficie libera contribuiscano in misura sostanziale alla propagazione stessa. Il suono, ad esempio, viene trasmesso facilmente in sedimenti soffici, mentre viene riflesso con perdite molto basse dalle rocce. I livelli di rumore sono infine ridotti dall'assorbimento sia nell'acqua di mare che nel fondo marino.

La generazione del rumore è dominata da differenti fenomeni fisici a diverse bande di frequenza. Per frequenze tra 200 Hz e 50 kHz il principale fattore di rumore è la complessa interazione tra vento e superficie del mare. Le oscillazioni delle bolle indotte dal vento e la cavitazione sono altre sorgenti di rumore in prossimità della superficie del mare. Lo spettro risultante dipende dai contributi di questi diversi

meccanismi di generazione del suono e dalle condizioni di assorbimento locale. Il suono alle basse frequenze si propaga nell'acqua di mare con basso assorbimento fino a grandi distanze, mentre diminuisce l'ampiezza delle componenti ad alta frequenza.

Il rumore generato in ambiente marino di acque profonde è ben descritto da Wenz (1962) e Perrone (1969). I risultati dei loro lavori sono mostrati in Figura 2.33, ottenuti da misure effettuate con ricevitori unidirezionali. Si può osservare che al di sotto dei 20 Hz predominano la turbolenza oceanica ed il rumore sismico, mentre nell'intervallo da 20 Hz a circa 200 Hz i contributi maggiori provengono dal rumore biologico e dal traffico delle navi. Al di sopra dei 500 Hz fino a circa 20 kHz l'agitazione della superficie locale del mare è la sorgente più intensa del rumore ambientale, ed al di sopra dei 50 kHz l'agitazione termica delle molecole d'acqua diviene un'importante sorgente di rumore, in quanto il livello spettrale del rumore aumenta di circa 6 dB per ottava.

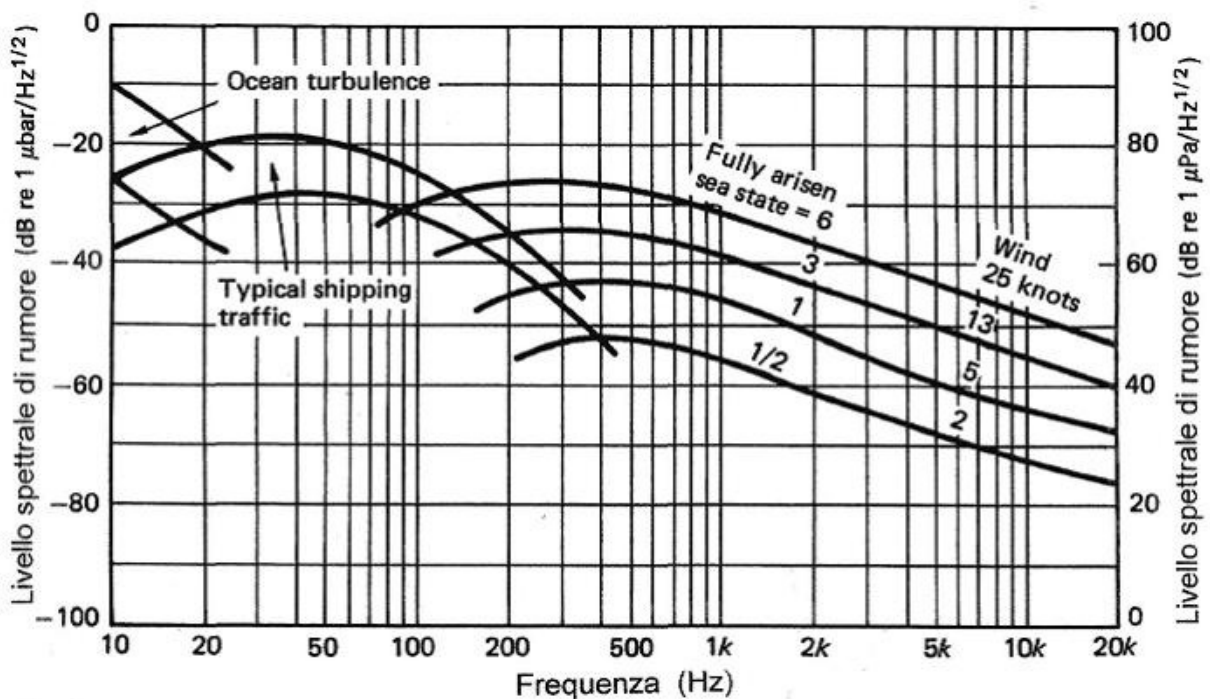


Figura 2.33 – Rumore ambientale in acqua profonda. Fonte: Wenz, 1962.

Nel caso di acque poco profonde i livelli di rumore possono essere considerevolmente maggiori a causa dei maggiori carichi idrodinamici sui propulsori, delle onde frangenti, del maggiore rumore biologico, dei rumori costieri, ecc.

Il rumore ambientale nel mare cresce continuamente quando ci si avvicina alle basse frequenze, ossia al di sotto dei 50 kHz. Da 200 Hz a 10 kHz domina il rumore delle navi, che costituisce parte dello spettro del rumore ambientale.

Per quanto riguarda le imbarcazioni a motore, la sorgente di rumore prevalente è l'elica, seguita dai macchinari rotanti, quali i motori principali, i riduttori, i generatori ed i ventilatori. Esistono inoltre altre sorgenti, quali la diffusione di vortici dalla carena, il rumore generato da tubolature aperte verso il mare o che scaricano in mare, ed il rumore associato alla scia.

Rumore prodotto dalle imbarcazioni

In genere la maggior parte delle imbarcazioni emette in un intervallo di frequenze inferiore ad 1 kHz, cioè nelle stesse frequenze utilizzate in particolare dalle balene per la comunicazione ed altre importanti attività biologiche. Di solito inoltre le imbarcazioni più vecchie sono più rumorose di quelle più recenti come quelle più grandi emettono più rumore rispetto a quelle piccole; è stato osservato che il rumore prodotto da superpetroliere può essere percepito a distanze comprese tra i 139 ed i 463 km (Ross, 1976).

La sorgente di rumore prevalente delle imbarcazioni è rappresentata dall'elica, seguita dai macchinari rotanti, quali i motori principali, i riduttori, i generatori ed i ventilatori. Esistono altre sorgenti, quali la diffusione di vortici dalla carena, il rumore generato da tubolature aperte verso il mare o che scaricano in mare, ed il rumore associato alla scia

Sebbene le imbarcazioni producano in genere frequenze inferiori ad 1 kHz, piccole imbarcazioni come ad esempio i motoscafi, possono generare rumori nell'intervallo di frequenze da 1 kHz fino a 50 kHz (Evans, 1969) che hanno un potenziale impatto anche sui cetacei. I fenomeni di cavitazione prodotti dai sistemi di propulsione di questa tipologia di natanti sono la causa infatti di rumori ad alta frequenza per i quali sembrano più sensibili i cetacei di taglia più piccola (odontoceti).

Valutazione dell'energia acustica circolante nell'area di progetto

Nella tabella seguente si riportano per ciascuna tipologia di imbarcazione le principali frequenze dello spettro di emissione ed il livello di pressione sonora SPL misurato a 1 m.

Tabella 2.1.: Livello di rumore prodotto da diverse tipologie di imbarcazioni. Fonte: Whale and Dolphin Conservation Society, 2004.

Tipologia di imbarcazione	Frequenza (kHz)	SPL (dB re 1 μPa)
Jet Ski (650 cc)	0.8 - 50.0	75 - 125
Gommone rigido	6.3	152
Fuoribordo a motore (7 m)	0.630	156
Imbarcazione da pesca	0.25 - 1.0	151
Imbarcazione per pesca a strascico	0.100	158
Rimorchiatore con chiatta vuota	0.037	166
	1.0	164
	5.0	145
Rimorchiatore con chiatta carica	1.0	170
	5.0	161
Imbarcazione da lavoro (34 m)	0.630	159
Petroliera (135 m)	0.430	169
Petroliera (179 m)	0.060	180
Superpetroliera (266 m)	0.008	187
Nave passeggeri (300 m)	0.080	185
Superpetroliera (340 m)	0.007	190
Superpetroliera (337 m)	0.007	185
Nave container (219 m)	0.033	181
Nave container (274 m)	0.008	181
Cargo (135 m)	0.041	172

Facendo riferimento ad un giorno tipico in termini di volume di traffico marittimo le imbarcazioni di grandi dimensioni che giornalmente solcano le acque dell'Adriatico possono essere stimate in circa 100 unità. A queste vanno poi sommati i natanti di piccole dimensioni quali fuoribordo, moto d'acqua, gommoni, navi da turismo private, ecc. le cui emissioni acustiche in considerazione della elevata velocità di crociera e delle modalità di propulsione possono in alcuni casi uguagliare o addirittura superare anche quelle di alcune tipologie di imbarcazioni di grandi dimensioni. Il numero di piccole imbarcazioni può essere approssimato ad almeno 100 volte il numero delle imbarcazioni di grandi dimensioni.

Considerando che i natanti sia di grandi che di piccole dimensioni producono un rumore di fondo continuo si ottiene un valore dell'energia acustica giornalmente immessa nell'Adriatico di circa 1 GJ, valore 10.000 volte superiore a quello corrispondente all'energia prodotta da un array di 30 air gun. Tale risultato, sebbene fondato su dati di natura statistica, mostra che l'impatto a livello energetico delle prospezioni geosismiche è notevolmente inferiore a quello prodotto attualmente dal traffico marittimo. Va tuttavia precisato che l'energia emesse dalle imbarcazioni è distribuita su tutto l'Adriatico mentre quella prodotta dagli airguns è localizzata in un'area più limitata.

Dati traffico marittimo: traffico passeggeri

Nel 2009 il traffico di passeggeri su collegamenti internazionali ha mostrato un incremento su quasi tutti i porti. Tra i maggiori l'unica eccezione è rappresentata dallo scalo di Patrasso con una riduzione del 10%. Bari si conferma porto leader del bacino e si appresta a raggiungere quota due milioni di passeggeri seguito dallo scalo di Venezia, con circa 1,8 milioni di passeggeri. I porti che registrano una maggiore crescita sono quelli con una forte componente del segmento crociere.

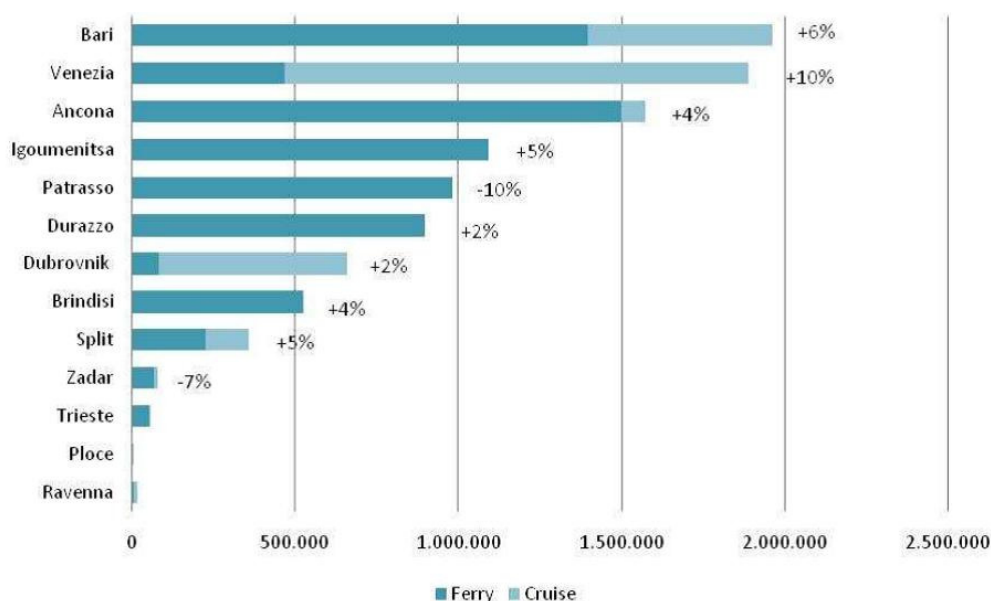


Figura 2.34 – Movimenti internazionali di passeggeri – 2009. Fonte: Simonella, 2010.

Venezia e Bari hanno visto incrementare il loro traffico crocieristico (tra passeggeri imbarcati, sbarcati e in transito), rispettivamente del 17% e del 22%. Il traffico crociere nel solo bacino Adriatico, in un anno come il 2009 caratterizzato dalla flessione dei consumi in molti settori, è cresciuto del 10%. Questo è un dato di assoluto rilievo pensando che nel 2009 il mercato crocieristico in Italia e nel Mediterraneo è rimasto sostanzialmente stabile rispetto all'anno precedente.

Nel quinquennio 2004-2009 il segmento crocieristico nel bacino è invece cresciuto del 124% (vedi Tabella 2.2).

Tabella 2.2.: Volumi del traffico passeggeri dal 2004 al 2009. Fonte: Simonella, 2010.

Porti	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Venezia	667.990	815.153	885.664	1.003.529	1.215.088	1.420.980
Var %		20%	9%	13%	21%	17%
Dubrovnik	260.801	297.466	367.321	435.486	571.328	573.742
Var %		14 %	23 %	19 %	31%	0 %
Bari	262.888	277.979	303.388	351.897	465.739	567.885
Var %		6 %	9 %	16 %	32 %	22 %
Split	34.134	47.315	46.999	99.281	124.871	131.833
Var %		39 %	- 1%	111 %	26 %	6 %
Trieste			40.286	54.755	87.740	6.433
Var %				36 %	60 %	- 93 %
Ancona	4.949	39.638	18.916	48.652	61.423	75.445
Var %		701 %	- 52 %	157 %	26 %	23 %
Ravenna					8.867	10.328
Var %						16 %

Sul traffico traghetti la situazione è invece molto più stagnante:

- il movimento complessivo dei porti italiani da e per i porti greci ha subito un calo del 2,3%. Il calo è netto per Bari (-14%) e Venezia (-8%). Si rafforza Brindisi (+8%) e soprattutto Ancona (+5%). Si conferma negli anni il vantaggio competitivo dello scalo marchigiano (49% di quota di mercato) nei collegamenti con Igoumenitsa e Patrasso rappresentato soprattutto dai tempi di resa del viaggio;
- il mercato croato ha avuto una buona tenuta (+0,1% su 2009), contrariamente a quanto era avvenuto nel 2009 (-5,2% su 2008). Anche su questo mercato Ancona mantiene la sua leadership con una quota di mercato del 60%.
- in netto incremento il traffico da e verso l'Albania (+12%). Bari, da solo, gestisce oltre i 3/4 dei movimenti complessivi.

Drastica riduzione per i flussi di passeggeri con il Montenegro: si tratta di un mercato già contenuto che nel 2009 ha fatto registrare un calo del 17%.

Dati traffico marittimo: traffico merci

La riduzione del traffico merci nel bacino dell'Adriatico nel 2009 è risultata evidente. Il movimento complessivo delle merci è infatti diminuito del 21% nell'intero bacino passando da 219 milioni di tonnellate del 2008 a 172 milioni di tonnellate nel 2009. In un solo anno si è tornati a livelli di traffico inferiori a quelli di un decennio fa.

In Adriatico il calo è stato più contenuto (-16%) rispetto ai risultati dello Ionio, tutti imputabili al porto di Taranto che in un anno ha perso 16 milioni di tonnellate di merce, pari al 37% dei movimenti totali. La crisi delle vicine acciaierie Ilva spiegano gran parte del crollo. Ma anche in altri scali tradizionalmente forti la crisi ha colpito pesantemente: Venezia con -17% e Ravenna (-28%) quali significativi esempi.

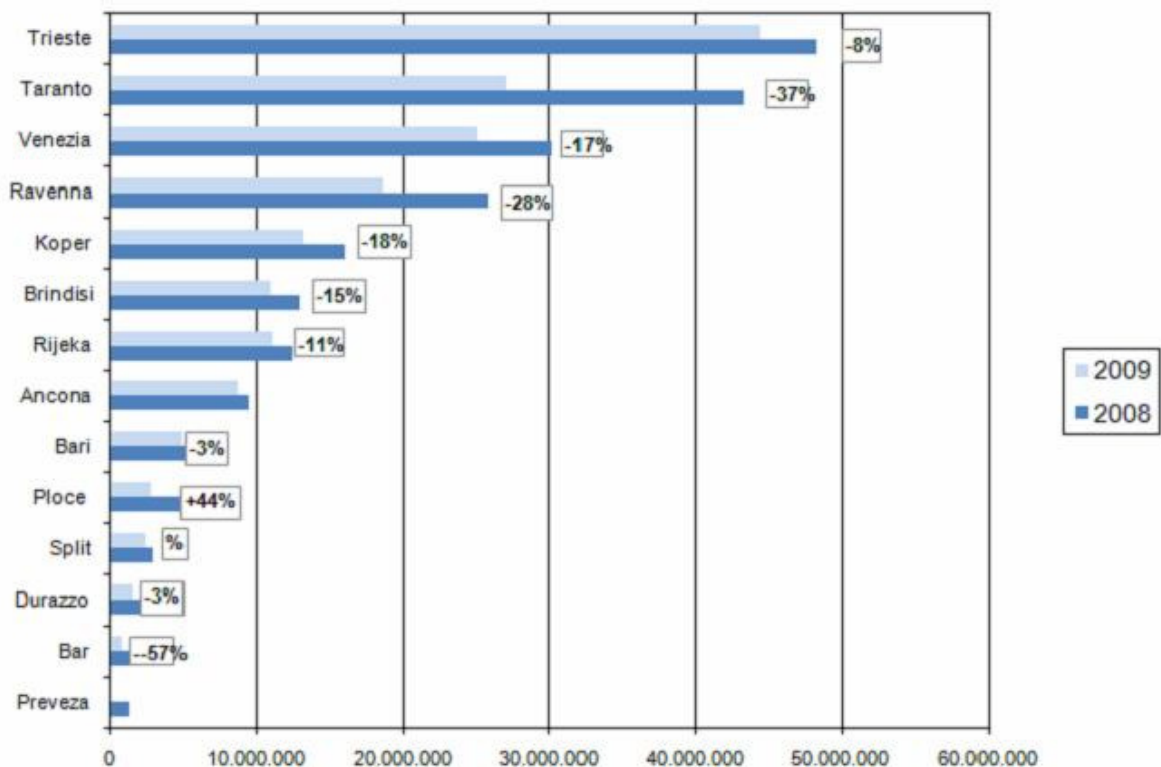


Figura 2.35 – Movimento complessivo delle merci (tonnellate). Fonte: Simonella. 2010.

La depressione della domanda e del PIL dei Paesi del bacino ha determinato un sensibile calo anche del traffico container. Il calo medio dell'8% va tuttavia considerato un buon risultato tenuto conto che i più grandi porti del mondo hanno perso in media il 15% dei traffici e su scala mondiale il traffico container si è ridotto

intorno al 10-12%. I porti, tra i maggiori, che hanno fatto registrare le cadute più significative sono Rijeka, Trieste e Ravenna. Contenuto il calo di Koper e Venezia che resta lo scalo leader in Adriatico. Buone, tra i porti più piccoli, le performances di Durazzo e di Ancona.

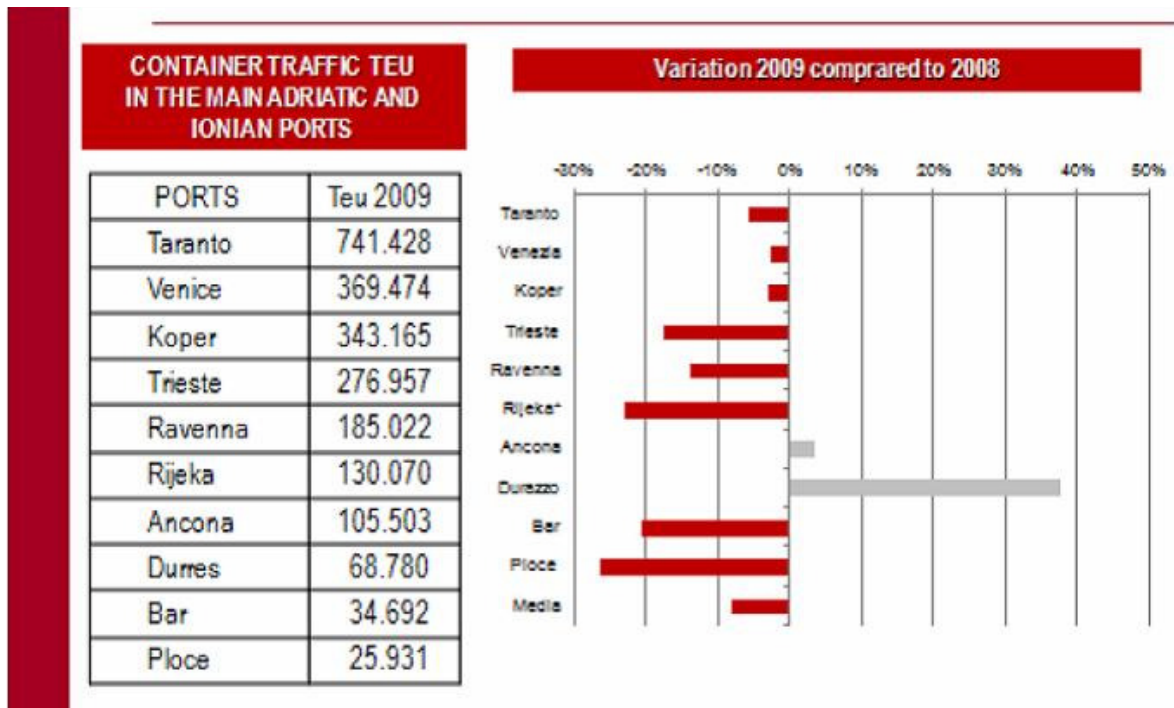


Figura 2.36 – Andamento del traffico container. Fonte: Simonella, 2010.

2.2.5 Salute pubblica

In base all'Allegato II del DPCM 27.12.1988 l'obiettivo della caratterizzazione della componente è quello di descrivere lo stato della qualità dell'ambiente, in relazione al benessere ed alla salute umana della popolazione potenzialmente esposta agli effetti delle opere e del loro esercizio, diretti e indiretti, a medio e lungo periodo.

Come già introdotto al Cap. 2.1, per alcune componenti e fattori ambientali quali la salute pubblica, pur compresi nel presente documento, non sono riscontrabili attinenze con le attività in progetto in ragione delle peculiarità delle stesse (indagini geofisiche) e del contesto territoriale e ambientale in cui saranno effettuate (Mare Adriatico centrale e meridionale, all'esterno delle acque territoriali, oltre 12 miglia marine dalle coste delle regioni Emilia Romagna, Marche, Abruzzo, Molise, Puglia).

In base a quanto sopra non risulta pertinente, per le finalità del presente Studio, la caratterizzazione della componente in quanto non sono riscontrabili potenziali interferenze tra le attività in progetto e la salute umana.

2.2.6 Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti

In base all'Allegato II del DPCM 27.12.1988 la caratterizzazione della componente è finalizzata a verificare la compatibilità con gli standard esistenti e con i criteri di prevenzione di danni all'ambiente ed all'uomo.

Come già introdotto al Cap. 2.1, per alcune componenti e fattori ambientali quali le radiazioni ionizzanti e non ionizzanti, pur compresi nel presente documento, non sono riscontrabili attinenze con le attività in progetto in ragione delle peculiarità delle stesse (indagini geofisiche) e del contesto territoriale e ambientale in cui saranno effettuate (Mare Adriatico centrale e meridionale, all'esterno delle acque territoriali, oltre 12 miglia marine dalle coste delle regioni Emilia Romagna, Marche, Abruzzo, Molise, Puglia).

In base a quanto sopra e considerando che le attività di prospezione geofisica in progetto non determinano emissioni di radiazioni ionizzanti e/o non ionizzanti, non risulta pertinente, ai fini del presente Studio, la caratterizzazione della componente.

2.2.7 Paesaggio

In base all'Allegato II del DPCM 27.12.1988 l'obiettivo della caratterizzazione della qualità del paesaggio con riferimento sia agli aspetti storico-testimoniali e culturali, sia agli aspetti legati alla percezione visiva, è quello di definire le azioni di disturbo esercitate dal progetto e le modifiche introdotte in rapporto alla qualità dell'ambiente.

Il paesaggio è definito dall' art. 131 del D.Lgs. 42/2004 e s.m.i. come *"parte omogenea di territorio i cui caratteri derivano dalla natura, dalla storia umana o dalle reciproche interrelazioni"* per la quale sono tutelati e salvaguardati *"i valori che esso esprime quali manifestazioni identitarie percepibili"*.

Il paesaggio costiero (D.Lgs. 42/2004, art. 142) è oggetto di tutela relativamente ai *"territori compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i terreni elevati sul mare"*.

In relazione alle definizioni ed agli ambiti di tutela paesaggistica contenuti nel D.Lgs. 42/2004 e s.m.i e alla localizzazione delle attività in progetto nel Mare Adriatico centrale e meridionale oltre le 12 miglia marine dalle coste delle regioni Emilia Romagna, Marche, Abruzzo, Molise, Puglia, non risulta pertinente, ai fini del presente Studio, la caratterizzazione della componente.

Relativamente ai vincoli ambientali, archeologici, architettonici, artistici e storici si rimanda a quanto già esposto nel Quadro di Riferimento Programmatico.

2.2.8 Ambiente antropico

2.2.8.1 Pesca

Le risorse della pesca, o alieutiche, sono suddivise in demersali, relative alle specie che hanno relazioni più o meno stabili con il fondo (es. molluschi bivalvi, pesci, crostacei, cefalopodi, ecc.) e pelagiche, relative alle specie che vivono nella colonna d'acqua (es. piccoli pelagici quali sardine, acciughe, grandi pelagici quali tonni, pesce spada, ecc).

Le risorse alieutiche pur essendo rinnovabili sono tuttavia esauribili pertanto devono essere gestite adattando il tasso di prelievo alla loro capacità di rinnovarsi. L'analisi della dinamica della risorsa ittica è basata sullo "stock" (frazione della popolazione ittica sfruttata dalla pesca) e sullo "stock assesment" finalizzato a trovare il giusto equilibrio tra prelievo e tasso di rinnovamento delle risorse. Altro parametro fondamentale per la valutazione è il cosiddetto "sforzo di pesca" che indica l'intensità dei prelievo caratterizzabile con parametri diversi connessi all'attività di pesca (n. imbarcazioni per tipologia di attrezzo, n. giornate di attività, potenza dei motori, tonnellaggio delle barche, ecc.).

Un eccessivo sforzo di pesca non bilanciato da un idoneo ripopolamento dello stock (ingresso di giovani individui nello stock) può portare ad un eccessivo sfruttamento (overfishing) che modifica la struttura e la consistenza di uno stock, comportando altresì una riduzione delle catture e delle taglie medie, sino a un punto di "collasso" che solo adeguate misure preventive di gestione possono prevenire. E' in questo senso che la Commissione europea ha adottato Direttive e Regolamenti che prevedono misure strutturali e non strutturali per la pesca responsabile e sostenibile.

Per la gestione delle risorse biologiche oggetto di pesca il Mediterraneo è stato suddiviso in 30 grandi aree geografiche (Geographical Sub Areas – GSA) individuate dalla FAO-Commissione Generale per la Pesca nel Mediterraneo (Figura 2.38); il Mare Adriatico è suddiviso nella GSA 17, comprendente l’alto e il medio Adriatico, e nella GSA 18 comprendente l’Adriatico meridionale.

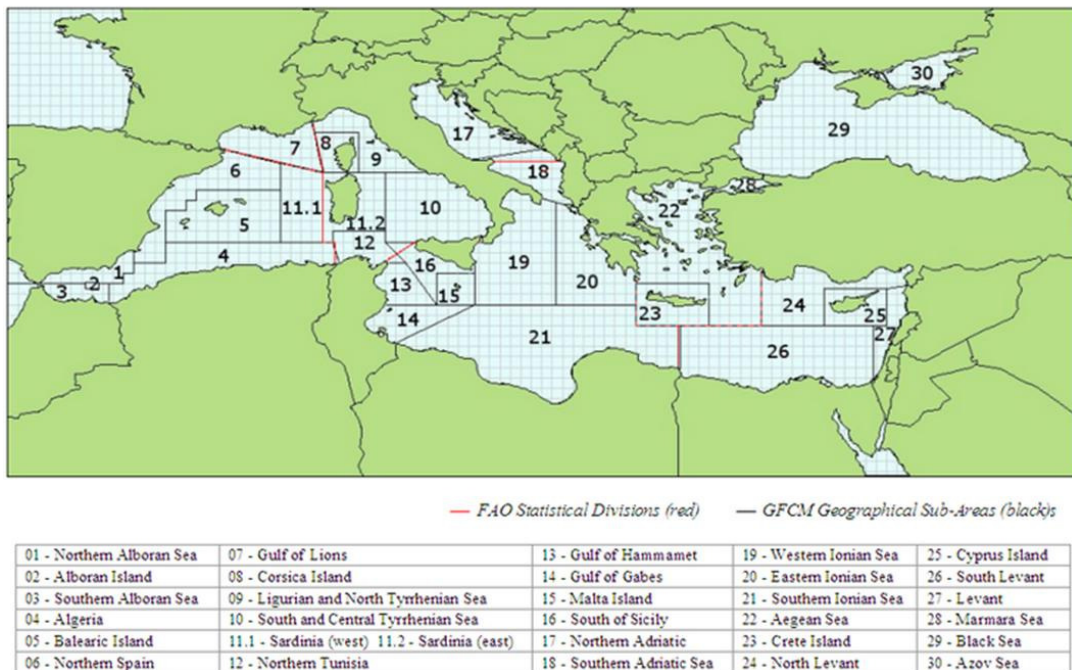


Figura 2.37 – Subaeree geografiche del Mediterraneo per la gestione della pesca.

Fonte:FAO - CGPM

Nelle due GSA le risorse ittiche, sia pelagiche che demersali, sono condivise dalle flotte pescherecce degli stati costieri dell’Adriatico; diversi programmi finanziati dall’Unione Europea e dalla FAO hanno reso possibile la partecipazione dei diversi paesi costieri alla programmazione e gestione delle risorse ittiche condivise; si citano, tra i più rappresentativi, il programma MEDITS (MEDiterranean International Trawl Survey) dedicato alle risorse demersali, il progetto AdriaMed, finanziato dalla FAO e dal MiPAF, finalizzato alla cooperazione scientifica a supporto della pesca responsabile nel Mare Adriatico, sia demersale che pelagica.

I dati raccolti nell’ambito dei citati programmi e progetti, e, in particolare il progetto AdriaMed, hanno consentito di definire gli stock ittici “condivisi” nell’ambito delle unità di gestione della pesca in Adriatico (GSA 17 e GSA 18) che individuano la lista di specie ittiche target, sia demersali che pelagiche, dal punto di vista

commerciale che hanno una diversa distribuzione ed abbondanza (numero di individui/km²) a seconda delle specificità biologiche ed ecologiche.

Nelle seguenti tabelle (Tabella 2.3 e Tabella 2.4) si riportano rispettivamente la lista delle specie demersali e pelagiche di piccola taglia più comuni nell'Adriatico i cui stock sono condivisi da almeno due Paesi costieri. Il Gruppo A (specie ad alta priorità) è stato selezionato per descrivere la distribuzione spaziale nell'Adriatico con l'utilizzo dei dati resi disponibili dal programma MEDITS e rappresenta le specie di maggior pregio commerciale.

Tabella 2.3.: Lista delle principali specie demersali dell'Adriatico. Fonte:FAO – Adriamed

Specie Gruppo A				
Nome Scientifico	Nome comune	Nord Adriatico GSA 17	Centro Adriatico GSA 17	Sud Adriatico GSA 18
Eledone cirrosa	Moscardino bianco		■	■
Eledone moschata	Moscardino	■	■	□
Loligo vulgaris	Calamaro	■	■	■
Lophius budegassa	Rospo o Rana pescatrice	□	■	■
Lophius piscatorius	Rospo o Rana pescatrice		□	■
Merlangus merlangus	Molo	■	■	
Merluccius merluccius	Nasello	■	■	■
Mullus barbatus	Triglia	■	■	■
Nephrops norvegicus	Scampo	■	■	■
Pagellus erythrinus	Pagello o Fragolino	■	■	■
Parapeneus longirostris	Gambero rosa o Gambero bianco		□	■
Sepia officinalis	Seppia	■	■	■
Solea vulgaris	Sogliola	■	■	□

Specie Gruppo B				
Nome Scientifico	Nome comune	Nord Adriatico GSA 17	Centro Adriatico GSA 17	Sud Adriatico GSA 18
Boops boops	Boga	■	■	■
Illex coindetti	Totano	○	■	■
Micromesistius potassou	Potassolo		■	■
Mustelus mustelus	Palombo	■	■	■
Octopus vulgaris	Polpo	○	■	■
Pecten jacobeus	Cappasanta	■	■	
Platichthys flesus italicus	Passera	■	■	○
Scyliorhinus canicula	Gattuccio	■	■	■
Spicara flexuosa	Menola	■	■	○
Squalus acanthias	Spinarolo	■	■	■
Trachuru mediterraneus	Suro	■	■	■
Trachurus trachurus	Suro	■	■	■
Trigla lucerna	Gallinella		○	■
Trigloporus lastoviza	Gallinella	■	○	○
Trisopterus minutuscapelanus	Busbana	■	■	■
■	presenza significativa			
○	presenza scarsa			
-	presenza trascurabile			

Tabella 2.4.:Lista delle principali specie pelagiche di piccola taglia dell'Adriatico. Fonte:FAO – Adriamed

Specie Gruppo A				
Nome Scientifico	Nome comune	Nord Adriatico GSA 17	Centro Adriatico GSA 17	Sud Adriatico GSA 18
Engraulis encrasicolus	Acciuga o Alice	■	■	■
Sardina pilchardus	Sardina	■	■	■
Sprattus sprattus	Papalina o Spratto	■	○	
Scomber scomber	Sgombro	■	■	■
Specie Gruppo B				
Nome Scientifico	Nome comune	Nord Adriatico GSA 17	Centro Adriatico GSA 17	Sud Adriatico GSA 18
Scomber japonicus	Lanzardo	■	■	■
Sardinella aurita	Alaccia			■
■	presenza significativa			
○	presenza scarsa			
-	presenza trascurabile			

Rispetto alle specie definite come "grandi pelagici" la lista include *Thunnus alalunga* (tonno alalunga), *Thunnus thynnus* (tonno rosso), *Xiphias gladius* (pesce spada), *Isurus oxyrinchus* (squalo mako), *Lamna nasus* (smeriglio), che popolano tipicamente l'Adriatico meridionale (GSA 18) in quanto prediligono ambienti pelagici di acque profonde ma che possono essere rinvenute nell'Adriatico centrale nell'area delle fosse mesoadriatiche; in tale area caratterizzata da profondità superiori a 200 metri, vengono catturati con tonnare volanti principalmente il tonno rosso nel periodo primaverile e l'alalunga nel periodo tardo estivo.

Tali specie rivestono importanza notevole sia dal punto di vista commerciale che conservazionistico in quanto, ad esclusione del tonno alalunga, risultano incluse nell'Appendice III al Protocollo SPAMI della Convenzione di Barcellona (specie il cui

prelievo deve essere regolato): esse sono soggette ad intenso sfruttamento degli stock, con particolare riferimento al tonno rosso per il quale sono state adottate misure comunitarie (Reg. CE n. 302/2009) e nazionali (D.M. 27 aprile 2010) per contenere lo sforzo di pesca.

La gestione dei grandi pelagici è affidata ad organismi internazionali che per il Mar Mediterraneo è rappresentata dall'«*International Commission on Conservation of Atlantic Tuna*» (ICCAT). L'ICCAT si occupa prevalentemente delle specie maggiori di grandi pelagici (tonno rosso, pesce spada, alalunga). Tutte e tre le specie sono ritenute migratrici anche se solo il tonno rosso risponde appieno ai requisiti di migratorietà, mentre le altre due specie, che certamente sono caratterizzati da ampi range di movimento legati alla loro condizione di grandi nuotatori, mostrano ancora vuoti conoscitivi sul ciclo vitale. Il tonno, è oggetto da parte dell'ICCAT di attente misure gestionali per la conservazione dello stock. Le ultime raccomandazioni e risoluzioni (16th special meeting ICCAT, Marrakech 2008) prevedono, tra le altre, oltre all'assegnazione di quote di cattura (*Total Allowable Catch, TAC*) agli Stati contraenti, un aumento, salvo alcune eccezioni, della taglia minima di cattura a 30 kg ed il divieto di utilizzazione di mezzi aerei per gli avvistamenti dei branchi. Gli Stati a loro volta ridistribuiscono il TAC per attrezzo professionale di cattura ed alla pesca sportiva. Nonostante le risoluzioni dell'ICCAT, la specie mostra ancora grande fragilità a causa della difficoltà nei controlli sulle catture intese sia in termini di quantità che di taglia e a causa della cattura di enormi quantità di giovanili del primo anno di vita catturati dalla pesca professionale e da quella sportiva nei mesi estivi ed autunnali nonostante i divieti imposti dal Regolamento comunitario 302/2009. Inoltre, il tonno essendo al vertice della catena alimentare accumula microcontaminanti quali metalli pesanti e pesticidi che ne modificano la fecondità. Per quanto riguarda il Pesce spada, anche questa specie, sebbene non abbia imposte quote di cattura, mostra seri problemi gestionali sia a causa della diffusione delle reti pelagiche derivanti, attrezzi illegali di pesca, sia a causa della pesca di notevoli quantità giovanili del primo anno di vita nonostante a questi ultimi il Regolamento comunitario 302/2009 vieti l'utilizzazione di palangresi pelagici per la pesca di specie migratrici e impone come taglia minima i 25 kg. Anche per il pesce spada valgono le considerazioni per il tonno per quanto riguarda i microcontaminanti, mentre questa specie manifesta fenomeni di erosione genetica, probabilmente causata dalla cattura

di giovanili, che porta ad una diffusa parassitosi ed alla presenza di tumori che colpiscono molti esemplari. Non mostra particolari preoccupazioni invece la gestione dell'alalunga il cui stock, secondo l'ICCAT, non mostra segni di sovrafruttamento.

Nell'Adriatico centrale (GSA 17), le caratteristiche dei sedimenti (fanghi generalmente molli e privi di asperità), la bassa profondità e la debole inclinazione dei fondali rendono questa zona particolarmente idonea ad essere sfruttata da attrezzi a traino sul fondo (reti a strascico e rapidi per specie demersali e pesci piatti in generale, draghe idrauliche per molluschi bivalvi) e a mezz'acqua (reti volanti per piccoli pelagici).

Due delle più importanti specie commerciali adriatiche, lo scampo (*Nephrops norvegicus*) e il nasello (*Merluccius merluccius*) vivono preferenzialmente in corrispondenza delle depressioni mesoadriatiche (Fosse di Pomo). Tali zone sono caratterizzate da acque di fondo piuttosto stagnanti che si rinnovano periodicamente con le acque dense formatesi durante l'inverno provenienti dal nord Adriatico. Quando si verifica il rinnovo si determina un incremento della densità, dell'ossigeno e un simultaneo decremento della temperatura sul fondo che tra un rinnovo e l'altro mostra un trend crescente ma che comunque si mantiene abbastanza costante. Le "Fosse di Pomo" sono estremamente importanti dal punto di vista ecologico poiché rappresentano aree di nursery per scampi e naselli, come dimostrato dalle numerose campagne pluriennali sperimentali di pesca a strascico condotte per la valutazione delle risorse demersali del Mare Adriatico (Progetti GRUND e MEDITS). L'area è inoltre considerata una zona di "spill-out" (un serbatoio di risorse giovani e di riproduttori) di queste due specie che successivamente si distribuiscono in tutto il bacino del Mar Adriatico. Per tale importante valenza biologica ed ecologica la porzione orientale dell'area è stata individuata come Zona di Tutela Biologica (D.M. 16.6.1998) in cui è vietata la pesca a strascico.

In Figura 2.38 si riportano i dati di diverse annualità (periodo 1996-2007) relativi alle campagne sperimentali svolte nel periodo primaverile estivo da cui si evidenzia la massima concentrazione di individui giovanili di *Nephrops norvegicus* nell'area delle depressioni mesoadriatiche, con variazioni interannuali rispetto alla specifica localizzazione nei diversi settori.

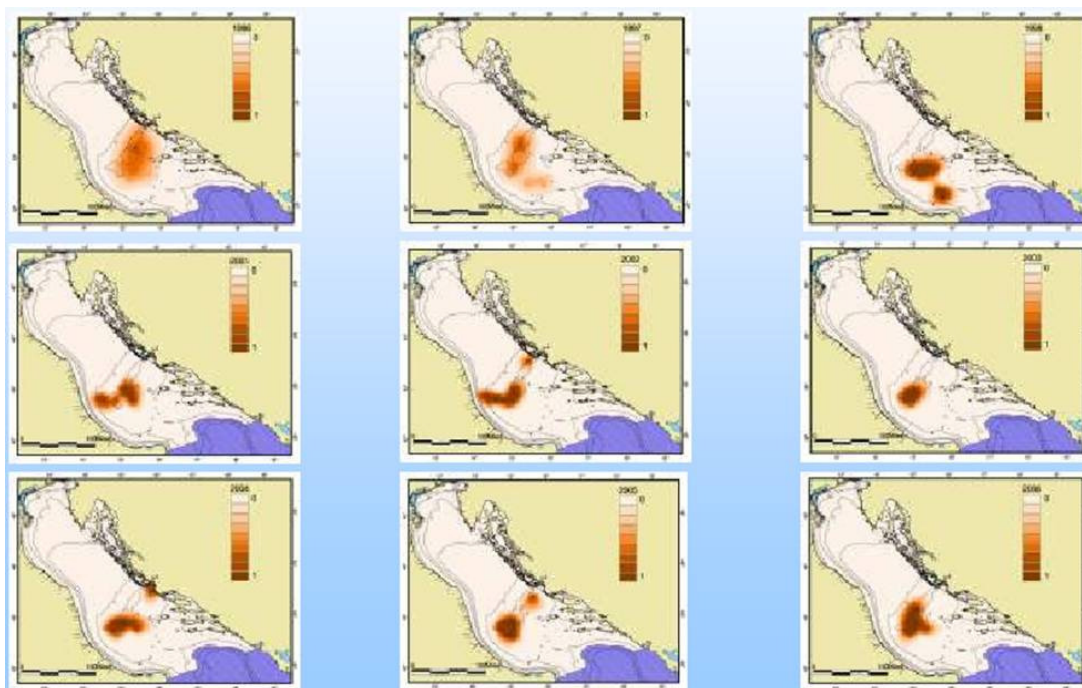


Figura 2.38 – Distribuzione di forme giovanili (lunghezza carapace 20 mm) di *Nephrops norvegicus* nell'area delle Fosse di Pomo. Fonte: Progetto MEDITS Laboratorio di Fano (Piccinetti, Manfredi, Vroc, Marceta, 2009)

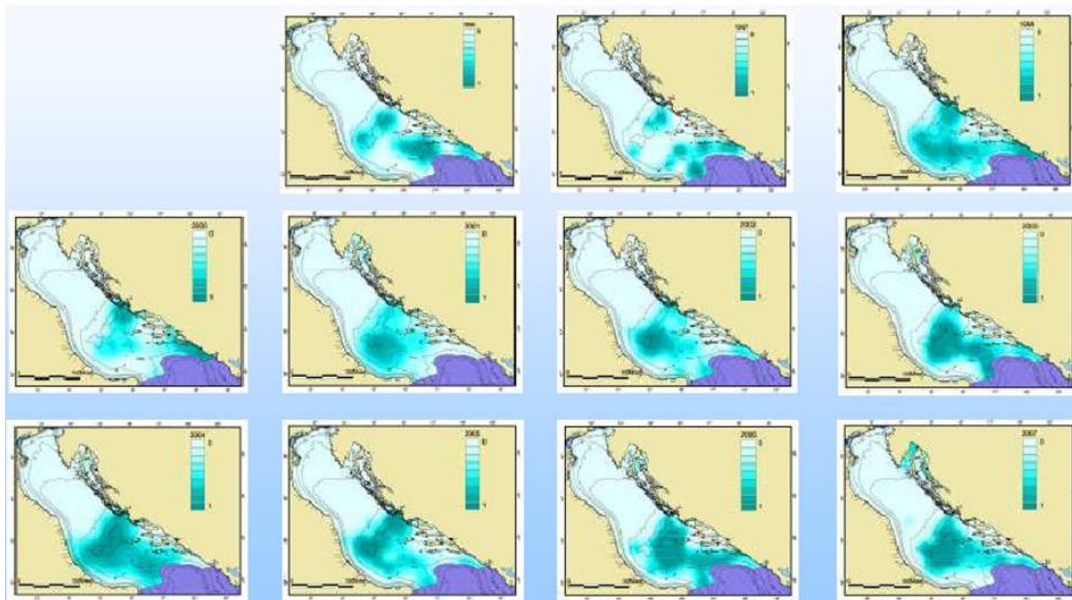


Figura 2.39 – Distribuzione di forme giovanili (lunghezza totale 12 cm) di *Merluccius merluccius* nell'area delle Fosse di Pomo. Fonte: Progetto MEDITS – Laboratorio di Fano (Piccinetti, Manfredi, Vroc, Marceta, 2009)

Nella GSA 17 lo scampo ha un areale di distribuzione prevalentemente localizzato nell'Adriatico centrale lontano dalla costa, a profondità superiori ai 50 metri e superiori a 150 metri per le forme giovanili.

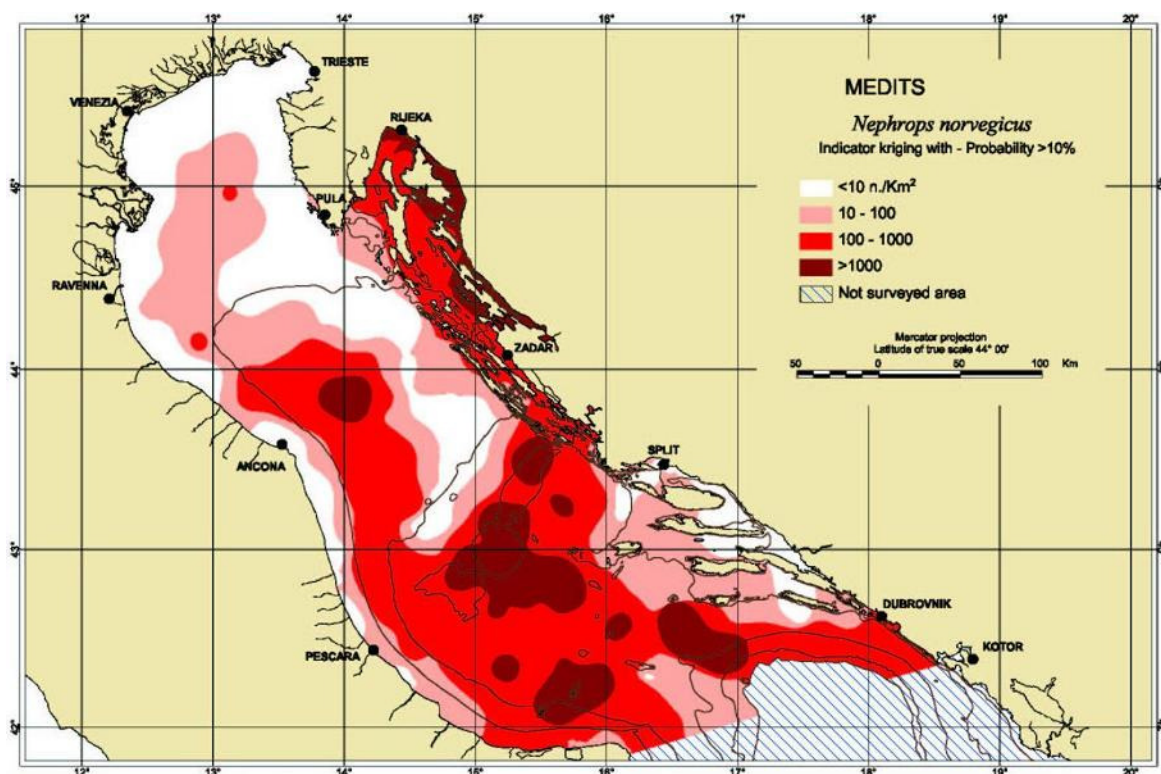


Figura 2.40 – Distribuzione di *Nephrops norvegicus* nell' Adriatico centro settentrionale (GSA17). Fonte: Risorse ittiche della GSA 17 nel 2010; Laboratorio di Biologia Marina e Pesca di Fano dell'Università di Bologna per la Commissione Consultiva Centrale Pesca Marittima - Unità di crisi

Anche nella GSA 18 le popolazioni si concentrano nelle aree a maggiore profondità che, data la conformazione del bacino, sono più prossime alla costa, spingendosi sino a profondità di 500 metri, al margine della scarpata continentale che delimita la Fossa Adriatica e la sua prosecuzione nel canale di Otranto.

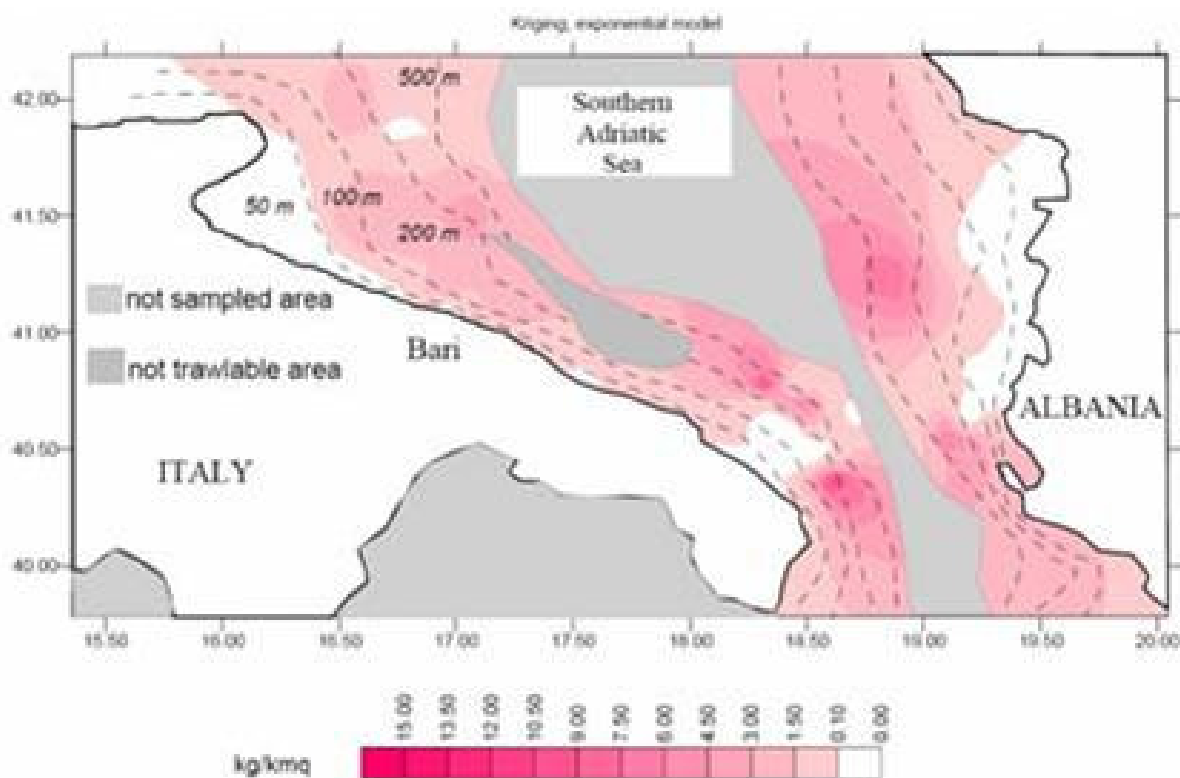


Figura 2.41 – Distribuzione dell'abbondanza di *Nephrops norvegicus* nell'Adriatico meridionale.
Fonte: Identification of the priority species and shared stocks in the Mediterranean Geographical Sub-Area 18 (Southern Adriatic Sea), FAO-ADRIAMED, 2008.

Lo scampo è una specie che vive in tane scavate nel sedimento e viene catturato con reti a strascico solo quando fuoriesce da queste ultime. Le femmine presentano una mortalità dovuta alla pesca più alta rispetto ai maschi in quanto la pesca risulta più intensa durante il periodo di accoppiamento, in tarda primavera ed in estate, quando le femmine sono dominanti nella popolazione.

Lo scampo è la prima risorsa ittica per valore e la seconda in peso del Mar Adriatico dove in entrambe le GSA viene attivamente pescato dalle flotte di pesca a strascico croate, albanesi e italiane. Gli indici di abbondanza mostrano una profonda tendenza negativa negli anni novanta proseguita nell'ultimo decennio raggiungendo valori molto bassi a causa del notevole sforzo di pesca.

Il nasello è la seconda specie demersale, dopo lo scampo, a cui sono attribuibili la maggiore produzione ed i maggiori ricavi derivanti dalla pesca commerciale in entrambe le GSA 17 e 18.

Anche il nasello ha un'ampia distribuzione ed è assente o scarso solo nella parte più settentrionale della GSA 17 e nelle acque costiere a ridotta profondità (Figura

2.42). Il novellame è concentrato nel medio Adriatico a profondità di circa 150 metri, mentre gli individui adulti si rinvenivano comunemente a profondità superiori a 250 metri. Nelle catture effettuate in Adriatico, gli individui di piccola taglia rappresentano la maggior parte del pescato che viene effettuato su fondali da 100 a 200 metri di profondità.

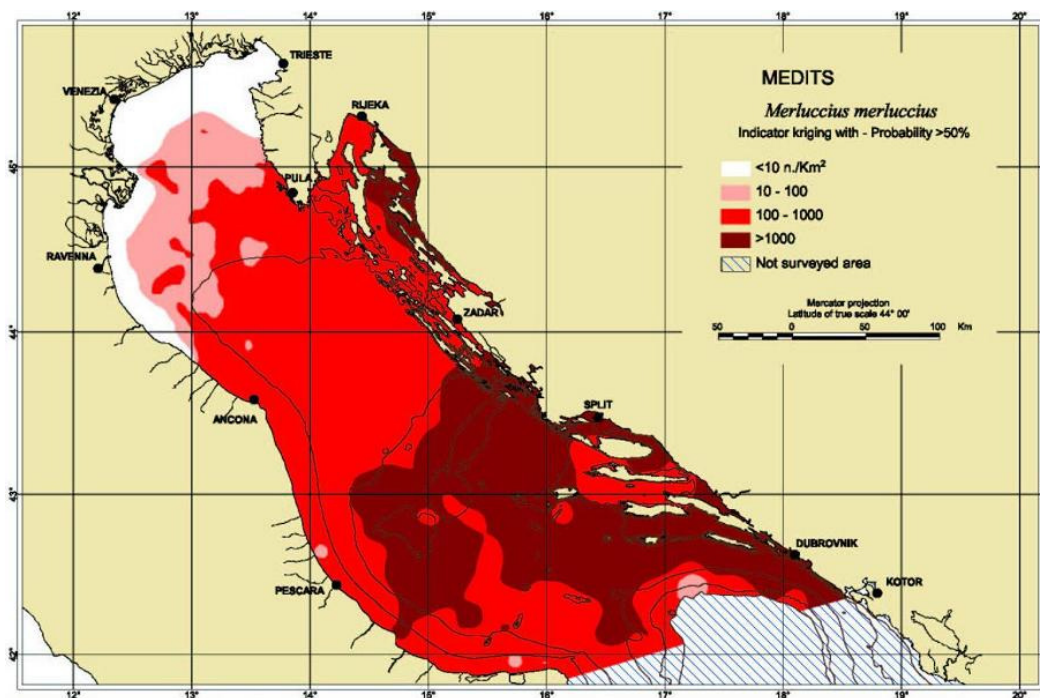


Figura 2.42 – Distribuzione di *Merluccius merluccius* nell' Adriatico centro settentrionale (GSA17). Fonte: Risorse ittiche della GSA 17 nel 2010; Laboratorio di Biologia Marina e Pesca di Fano dell'Università di Bologna per la Commissione Consultiva Centrale Pesca Marittima - Unità di crisi

Nell'Adriatico meridionale le aree a maggiore densità di individui si concentrano a profondità comprese tra 100 e 250 metri (Figura 2.43); aree di concentrazione di forme giovanili (nursery) sono individuate al largo del Golfo di Manfredonia ed in aree costiere di Bari, Punta Tre Canne, tra Brindisi e Porto S. Cesareo (Figura 2.44).

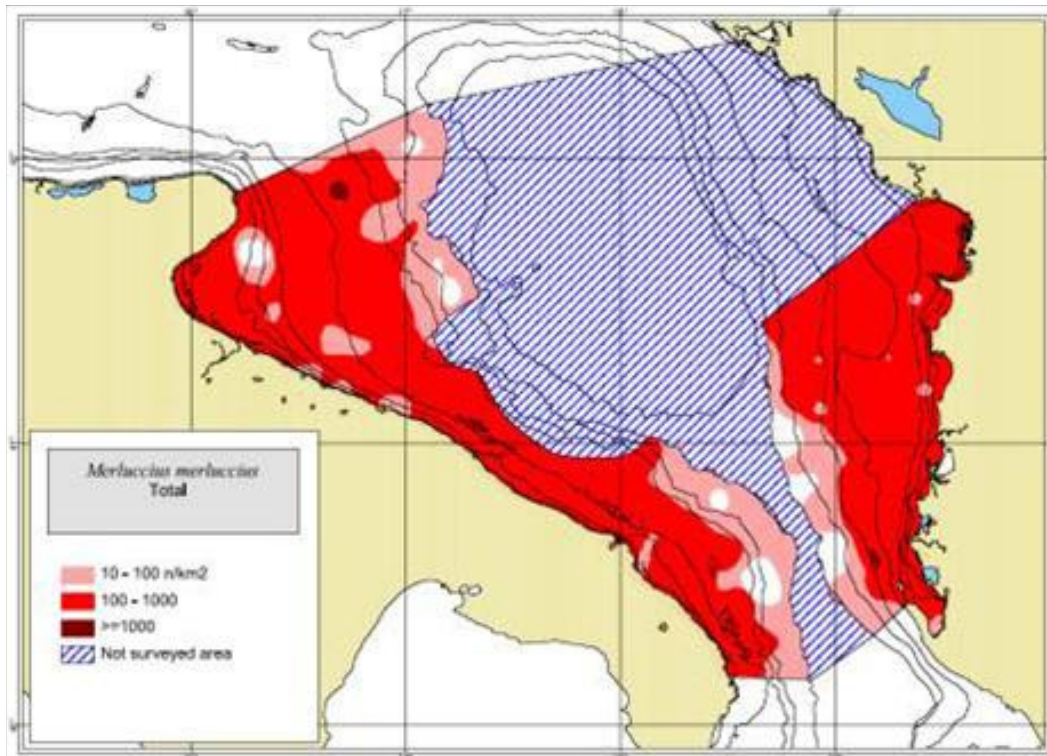


Figura 2.43 – Distribuzione dell'abbondanza di *Merluccius merluccius* nell'Adriatico meridionale. Fonte: Identification of the priority species and shared stocks in the Mediterranean Geographical Sub-Area 18 (Southern Adriatic Sea), FAO-ADRIAMED, 2008.

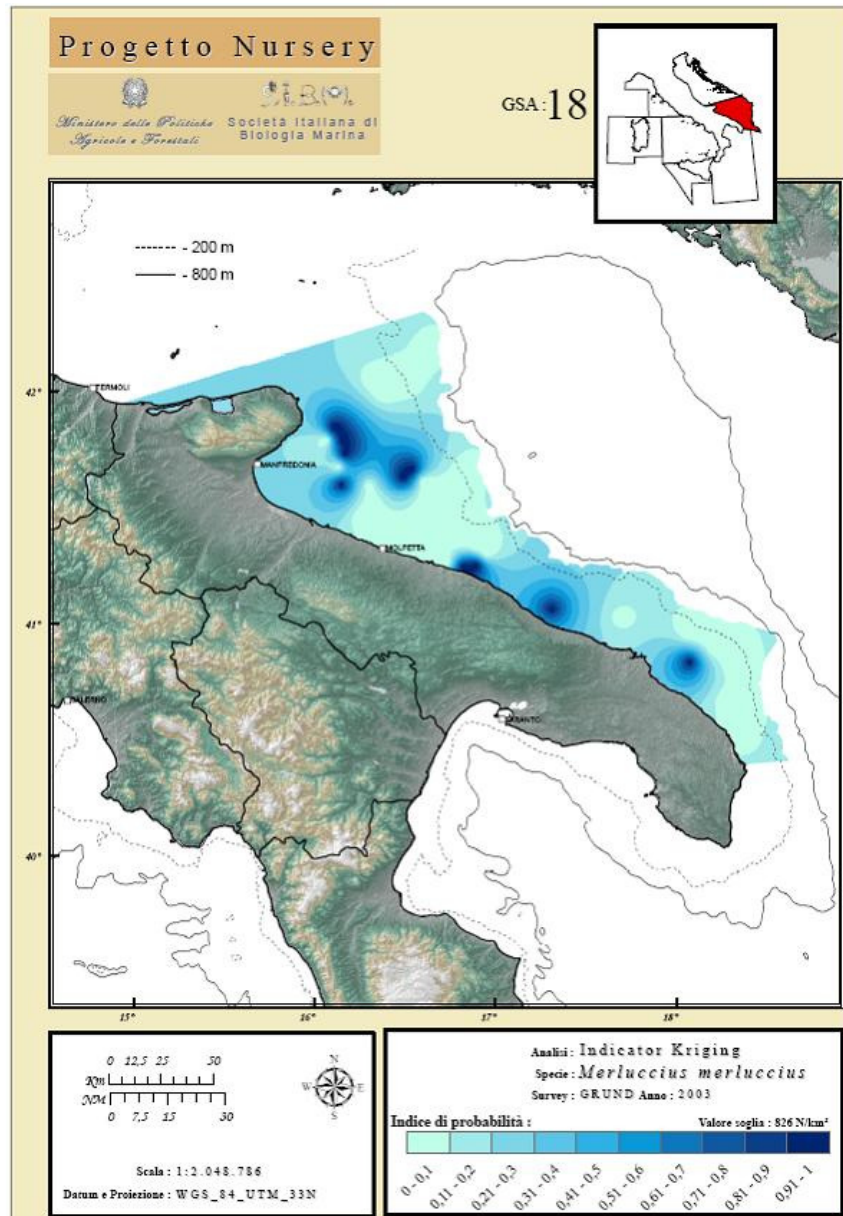


Figura 2.44 – Aree di nursery di *Merluccius merluccius* nell’Adriatico meridionale. Fonte: Piano di gestione pesca a strascico GSA 18 (art.24 del Reg.CE1198/2006)

Nel 2009 – 2010 è stata registrata una forte riduzione della presenza di forme giovanili di nasello, soprattutto nell’Adriatico centrale, con prevedibili ripercussioni negative sulla pesca dei naselli di taglia commerciale nei prossimi anni.

Le specie dei piccoli pelagici, in modo particolare l’acciuga e la sardina che rappresentano quantitativamente le specie con la maggiore produttività in termini quantitativi sono ampiamente distribuite nell’Adriatico, ma l’abbondanza relativa di ciascuna specie dipende dagli aspetti idrogeografici che sostengono la produzione primaria del bacino. Come regola generale, la biomassa degli stock aumenta

seguendo il gradiente latitudinale, nondimeno i valori più alti di biomassa si riferiscono all' Adriatico settentrionale e centrale dove è quindi maggiore lo sforzo di pesca; per quanto riguarda l'Adriatico meridionale, la biomassa dei piccoli pelagici è minore e per la maggior parte caratterizzata da sardine (*S. pilchardus*).

In base ai dati dell'Istituto di ricerche economiche per la pesca e l'acquacoltura (IREPA Onlus, Osservatorio economica sulle strutture produttive della pesca marittima in Italia, 2009) in tutto l'Adriatico, in linea con gli andamenti nazionali, la pesca a strascico rappresenta il principale segmento della pesca in termini di produzione ittica complessiva e di ricavi. Nell'area adriatica pugliese il trend di produzione e fatturato è positivo (+ 19% rispetto al 2008) mentre risultano negativi i dati di produzione e fatturato dell'Emilia Romagna e delle Marche.

Il nasello si conferma come specie prevalente nella composizione del pescato della flotta a strascico in Adriatico con 6000 tonnellate sbarcate su 10 mila tonnellate di produzione complessiva nazionale; l'area di produzione primaria è rappresentata da tutta la fascia adriatica e, in particolare, nella GSA 18 dove la produzione degli ultimi due anni oscilla intorno alle 3500 tonnellate.

La produzione di gambero rosa (*Parapeneus longirostris*), seconda specie a livello nazionale in termini di volume sbarcato (9500 tonnellate) mostra un incremento del 16% rispetto al 2008; la flotta del basso Adriatico con presenta una produzione prossima a 1000 tonnellate, seconda alla produzione delle flotte della Sicilia meridionale che con 7000 tonnellate rappresentano i 2/3 dello sbarcato totale.

La triglia di fango (*Mullus barbatus*) rappresenta la terza specie in termini di quantità sbarcate con 5700 tonnellate, concentrate buona parte nell'alto adriatico (43% del totale) e nel basso adriatico (17%). Dal confronto con il 2008, gli sbarchi di triglia registrano una flessione del 16%, localizzata nell'alto adriatico e nella Sicilia meridionale.

La produzione nazionale di scampi (*Nephrops norvegicus*) per quanto non elevata in termini quantitativi, 3600 tonnellate, assume un peso fondamentale in termini economici in quanto i corrispondenti ricavi, pari a 68 milioni di euro, costituiscono la terza realtà dopo i 70 milioni di euro dei gamberi rosa e i 69,6 milioni di euro del nasello. Ancora una volta è nella fascia adriatica che si concentrano i maggiori volumi produttivi con il 69% del totale.

In particolare, nel corso del 2009, il segmento delle imbarcazioni per la pesca a strascico pugliesi di lunghezza compresa tra 12 e 18 metri, pari a 320 natanti localizzati in gran parte a Manfredonia (52%) e a Bari (28%), ha registrato una consistente espansione dell'attività (+30%) rispetto al 2008. Nell'area, il nasello costituisce la specie target principale del segmento, con il 18% delle catture ed il 20% dei ricavi; consistente l'apporto economico degli scampi che rappresentano il 4,8% degli sbarchi ed il 12,8% dei ricavi. Altre specie importanti del segmento sono: le triglie di fango, i gamberi rosa, le pannocchie, entrambe le specie di moscardini (*Eledone cirrhosa* e *Eledone moschata*) e il bianchetto (novellame di acciuga *Engraulis encrasicolus* e sardina *Sardina pilchardus*).

Le valutazioni sullo stato delle risorse demersali condotte per la predisposizione del Piano di gestione della pesca a strascico nella GSA 18 (ex art.24 del Reg. CE n.1198/2006) indicano per il nasello una tendenza al decremento della biomassa e della densità a causa degli elevati tassi di sfruttamento. A livello spaziale è stata riscontrata una riduzione nelle aree di occorrenza, che potrebbe essere la conseguenza dei fenomeni di decremento dello stock e della riduzione, nel tempo, degli individui di maggiori dimensioni; per il gambero rosa sono evidenziate tendenze positive per biomassa e densità.

Il Piano di gestione della pesca a strascico nella GSA 17 (ex art.24 del Reg. CE n.1198/2006) riporta un andamento generale dello stato delle risorse demersali non troppo dissimile dalla GSA 18 con elevati tassi di sfruttamento per il nasello, la triglia di fango e per lo scampo. Le catture nella GSA 17 differiscono da quelle delle altre GSA italiane per l'estesa piattaforma continentale, la bassa profondità, la maggiore importanza relativa di specie commerciali tipiche di fondi mobili come la sogliola, la seppia e bivalvi come canestrelli e capesante. Per quanto riguarda la sogliola, quarta specie pescata nella GSA 17 come ricavo, si registra uno stato di forte sfruttamento della risorsa.

Tra gli strumenti per la riduzione dello sforzo di pesca e per garantire un idoneo equilibrio tra le risorse biologiche e l'attività di pesca il Ministero delle Politiche Agricole e Forestali emana annualmente un decreto nel quale sono stabilite le modalità di esecuzione dell'interruzione temporanea obbligatoria delle navi abilitate alla pesca a strascico e/o volante, ad esclusione delle unità abilitate alla pesca oceanica che operano oltre gli stretti.

La regolamentazione dell'arresto temporaneo straordinario obbligatorio delle attività di pesca attuata sino ad oggi prevede per il Mare Adriatico l'interruzione tecnica diversificata per i diversi compartimenti marittimi per un periodo di 30 giorni continuativi nei mesi di agosto - settembre. Nelle otto settimane successive all'interruzione temporanea, le unità iscritte nei compartimenti marittimi da Trieste a Bari non esercitano l'attività di pesca nel giorno di venerdì.

Tali misure sono ad oggi ritenute inefficaci dagli stessi operatori del settore che invocano un fermo pesca più prolungato e comunque maggiormente articolato nell'anno e/o per le diverse zone di pesca per garantire un efficace ripopolamento degli stock ittici.

Lo studio effettuato dall'Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise presentato al 5° Convegno nazionale per le Scienze del mare (2006) fornisce un quadro aggiornato delle conoscenze relative al periodo riproduttivo di specie ittiche di interesse commerciale, finalizzato a supportare dal punto di vista scientifico le decisioni relative alla scelta dei periodi di fermo pesca nei mari italiani.

Gli esiti delle analisi effettuate su 84 specie ittiche, come si evince dai grafici della Figura 2.45, indicano che i periodi riproduttivi risultano essere 93 in inverno (32,86%), 180 in primavera (63,60%), 152 in estate (53,71%), 77 in autunno (27,20%) dimostrando che il periodo di maggiore attività riproduttiva è rappresentato dalla primavera (molte specie si riproducono per più di una stagione e in questo caso la stessa specie è stata considerata più volte in diverse stagioni).

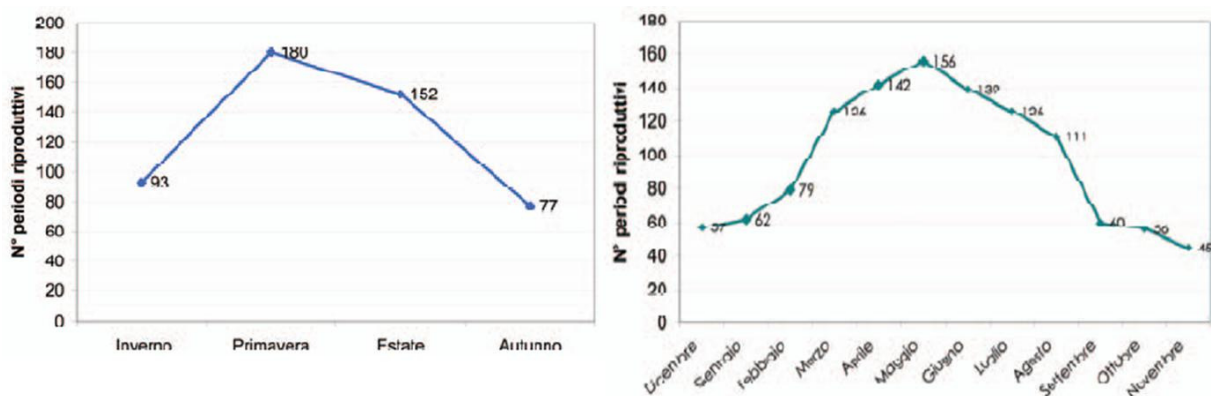


Figura 2.45 – Numero dei periodi riproduttivi per stagione (a sinistra) e per mese (a destra).
 Fonte: Periodi riproduttivi delle specie ittiche dei mari italiani, C. Giansante, M. Vallerani, S. Angelini - Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise, 2006

Dalla stessa Figura 2.45, la ripartizione dei periodi riproduttivi per ciascun mese dell'anno indica che il mese di maggio è quello con il maggior numero di specie e il periodo Marzo- Agosto quello in cui concentrano il maggior numero di specie in fase riproduttiva.

I dati ottenuti presentano notevoli scostamenti rispetto ai periodi di fermo annuale previsti attualmente mentre, partendo dalla conoscenza dell'attività riproduttiva delle diverse specie ittiche, la scelta del periodo di fermo dovrebbe essere orientata sia alla tutela dei riproduttori che del novellame: nel primo caso attuando il fermo prima e durante il periodo riproduttivo, nel secondo caso successivamente alla nascita.

L'interdizione della pesca in periodi differenziati anche in funzione della distribuzione delle specie nelle diverse zone marine consentirebbe quindi di tutelare la consistenza degli stock in maniera mirata e specifica assicurando alle marinerie locali l'attività durante i diversi periodi dell'anno e preservando al contempo l'attività riproduttiva come approccio strategico primario di salvaguardia delle risorse ittiche.

2.3 Stima degli impatti ambientali

Per una corretta lettura di quanto riportato nel presente capitolo è necessario esplicitare i criteri con i quali è stata affrontata la stima dei potenziali impatti sulle diverse componenti ambientali che, in relazione alle peculiarità del progetto, è stata focalizzata agli aspetti progettuali maggiormente significativi sotto il profilo ambientale ed alle componenti ambientali più sensibili alle potenziali interferenze.

Come nel dettaglio riportato nel Quadro di Riferimento Progettuale le azioni che possono indurre potenziali impatti sulle componenti e fattori ambientali sono:

- la navigazione,
- la prospezione sismica a riflessione mediante air gun.

Per ciò che concerne la navigazione, ovvero la presenza fisica della nave sismica nell'off shore del Mare Adriatico centrale e meridionale per un periodo di circa 3,5 mesi lunghe le rotte coincidenti con le linee sismiche definite nel piano di posizione delle linee sismiche (vedi Tavole 6 e 7) e per ulteriori complessivi 15 gg. lungo le rotte da/per i porti di appoggio, si rileva che la presenza dell'unità navale per un periodo di tempo transitorio e limitato inciderà in maniera non significativa rispetto ai notevoli volumi di traffico marittimo riscontrabili nel Mare Adriatico.

In base ai traffici medi giornalieri di imbarcazioni di grandi dimensioni, stimati in circa 100 navi/giorno (vedi Cap.2.2.4.3), l'unità di progetto inciderà per l'1% e di una percentuale inferiore di quattro ordini di grandezza rispetto ai traffici stimati per le piccole imbarcazioni (navi da turismo private, fuoribordo, gommoni, ecc.).

Nell'impostazione complessiva de Quadro di riferimento Ambientale è stato utilizzato un approccio differenziato per le diverse componenti e fattori ambientali, in relazione alle specificità delle attività in progetto (indagini geofisiche) e del contesto territoriale e ambientale in cui saranno effettuate (Mare Adriatico centrale e meridionale, oltre 12 miglia marine dalla costa).

In analogia alla caratterizzazione delle componenti e fattori ambientali nello stato ante operam (Cap. 4.2) dove per alcune di esse non sono state riscontrate attinenze con le attività in progetto (salute pubblica, radiazioni, paesaggio), anche per la stima degli impatti ambientali è riscontrabile l'assenza di interazioni tra le attività in

progetto e lo stato di alcune componenti e fattori ambientali rispetto alle condizioni che precedono l'attuazione delle indagini geofisiche.

In tali casi, come documentato nel seguito, non è stato ritenuto opportuno stimare quali - quantitativamente i potenziali impatti ambientali per sostenerne l'assenza in quanto non sussiste alcun rapporto causa - effetto tra azioni di progetto e componente o fattore ambientale. Tale condizione è riscontrabile per le componenti o fattori ambientali:

- atmosfera - caratteristiche meteo climatiche e meteo marine,
- suolo e sottosuolo,
- ambiente marino - caratteristiche chimico-fisiche,
- salute pubblica,
- radiazioni,
- paesaggio.

La stima dei potenziali impatti ambientali è stata pertanto effettuata relativamente alle componenti per le quali, anche indirettamente e transitoriamente, è possibile riscontrare un rapporto causa - effetto tra azioni di progetto e componente o fattore ambientale; tale condizione è riscontrabile per le componenti o fattori ambientali:

- atmosfera - emissioni in atmosfera generate dalla nave,
- ambiente marino - ecosistemi, flora, vegetazione, fauna, precisando sin d'ora che le attività di progetto non determinano impatti sulle fitocenosi marine,
- rumore e vibrazioni,
- ambiente antropico - pesca.

Si evidenzia inoltre che nell'ambito della componente "rumore e vibrazioni" è stato stimato l'impatto acustico sulla fauna marina potenzialmente esposta alle emissioni sonore generate dagli air gun nella configurazione di progetto, con particolare riferimento ai mammiferi marini, in quanto specie sensibili a tali sollecitazioni ed altresì tutelate in ambito internazionale e comunitario.

Per la stima delle distanze minime di "tolleranza" delle diverse specie di cetacei presenti stabilmente o occasionalmente nel Mare Adriatico centrale e meridionale è

stato utilizzato un modello matematico previsionale tarato sui parametri di progetto e sulle specifiche caratteristiche ambientali a contorno.

In relazione al criterio utilizzato per la trattazione della componente “rumore e vibrazioni”, incentrato sulla stima degli impatti sui potenziali “bersagli” delle emissioni acustiche generate dagli airgun (fauna marina), relativamente alla componente antropica “pesca”, sono affrontate altre tipologie di impatti potenziali su tale attività di rilevante interesse economico per il Mare Adriatico.

2.3.1 Atmosfera

Le emissioni in atmosfera connesse all’operatività della nave di progetto al pari di tutte le navi di analoga stazza, sono generate da varie attività quali: la produzione di energia elettrica, propulsori, inceneritori per lo smaltimento di alcuni rifiuti, refrigerazione e condizionamento, compressori per i vari servizi di bordo. La gestione di tali impianti e dei relativi gas di scarico è effettuata in conformità alle normative vigenti in materia, come il Reg. CE 29 Giugno 2000, n. 2037 relativo alla produzione, uso, recupero, riciclo, distruzione di sostanze che riducono l’ozono, in conformità con l’Annesso VI della MARPOL. Per il rispetto dei requisiti imposti dall’ Annesso IV della MARPOL relativamente alle emissioni in atmosfera vengono imbarcati combustibili con un tenore massimo di zolfo non superiore a 4,5%, mentre nelle aree SECA (Sulphur Emission Control Area, attualmente rappresentate dal Mar Baltico, Mare del Nord e Canale della Manica) non superiore a 1.5% . In merito alle emissioni di ossidi di azoto, i motori di ultima generazione oltre i 130KW di potenza in uscita (per navi costruite dopo il 1/1/2000) devono rispettare limiti di emissione in relazione alla potenza (g NOx/KWh) variabili in funzione del “rated engine speed”, come richiesto dalla MARPOL annesso VI; relativamente agli inceneritori di rifiuti installati sulle navi il medesimo Annesso VI prevede che ogni inceneritore installato a bordo delle navi dopo l’1/1/2000 deve essere dotato di un certificato emesso dall’Amministrazione che attesti il rispetto degli standard riportati nell’appendice IV dell’ Annesso; nelle disposizioni dell’Annesso VI MARPOL infine ogni nave deve essere in possesso del certificato IAPP (International Air Preventing Pollution).

La Società Spectrum si è dotata di un manuale per la gestione della nave e delle attività ad essa connesse (V. Ships Management System, 2007) che include una Sezione dedicata alla politica ambientale ed agli standards adottati affinché siano

ridotte al minimo le emissioni di inquinanti nell'ambiente, ivi comprese quelle in atmosfera, in cui vengono specificati gli standards adottati nella gestione della nave nel rispetto delle principali norme internazionali (IMO, MARPOL), sia in mare che a terra. Saranno quindi regolarmente controllati i fumi di scarico per l'efficienza dei sistemi di combustione ed acquisite le necessarie certificazioni di conformità alle emissioni di inquinanti atmosferici, ove applicabili in base alle caratteristiche dell'imbarcazione (potenza, età di fabbricazione, ecc.).

Si evidenzia inoltre che le attività hanno carattere transitorio e temporalmente limitato, essendo previsti complessivamente circa 4 mesi di attività, comprendenti la registrazione delle linee sismiche (3,5 mesi) e la navigazione per attività di servizio.

2.3.2 Suolo e sottosuolo

Le attività di prospezione sismica non determinano interazioni con l'assetto geologico strutturale del sottosuolo e con le caratteristiche chimico-fisiche dei sedimenti marini. Si riscontra pertanto l'assenza di interazioni in grado di modificare lo stato attuale delle componenti rispetto alle condizioni che precedono l'attuazione delle indagini geofisiche in progetto.

Per la realizzazione delle indagini geofisiche è previsto l'utilizzo di strumentazione posta a pochi metri al di sotto della superficie del mare, senza che questa entri mai in contatto con il fondo marino; non sono pertanto riscontrabili interferenze dirette e indirette con le sue caratteristiche originarie dei fondali.

Si sottolinea che, come già documentato nel Cap. 1.4, la metodologia di indagine adottata è comunemente utilizzata a scopi scientifici e minerari per la caratterizzazione dell'assetto litologico e geologico strutturale del sottosuolo fino a notevoli profondità mediante la diversa risposta fisica delle rocce attraversate da onde elastiche.

2.3.3 Ambiente marino

2.3.3.1 Caratteristiche fisico - chimiche

Le attività di prospezione sismica in progetto non determinano interazioni dirette e indirette con le caratteristiche chimico-fisiche delle masse d'acqua (temperatura,

salinità, ossigeno disciolto) e delle relative dinamiche (correnti) del bacino Adriatico centrale meridionale.

Tali caratteristiche sono determinate dalle interazioni tra i fenomeni atmosferici e la superficie marina e dagli apporti fluviali nel bacino che determinano complessivamente anche la circolazione generale delle masse d'acqua; non sussistendo rapporti causa - effetto tra le azioni di progetto e i fenomeni che definiscono le caratteristiche fisico-chimiche delle acque marine, non si determina alcuna interazione in grado di modificarne lo stato attuale rispetto alle condizioni che precedono l'attuazione delle indagini geofisiche in progetto.

2.3.3.2 Ecosistemi, Flora , Vegetazione, Fauna

Nel IV° Rapporto Nazionale relativo alla Convenzione sulla Diversità Biologica (Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, 2009) sono riportati i principali fattori di minaccia degli habitat e delle specie marine. Tali dati, di cui riporta nel seguito una breve sintesi, sono necessari ad inquadrare correttamente le principali pressioni antropiche sull'ambiente marino e conseguentemente, sulla base di fonti istituzionali ufficiali, approssimare correttamente il tema degli impatti ambientali connessi alle attività di prospezione geofisica.

L'ecosistema marino è sottoposto ad una serie di minacce, dirette e indirette, causate da diverse attività che impattano sulla biodiversità, rappresentate principalmente da:

- a. inquinamento chimico (proveniente dagli insediamenti, sia costieri che non, o dal traffico marittimo, sia industriale sia turistico), acustico (causato dal traffico marittimo, dalla costruzione di opere industriali, e/o da prospezioni a fini minerari) e biologico (specie alloctone invasive),
- b. erosione della fascia costiera,
- c. distruzione degli habitat (per effetto dei dragaggi, della posa di cavi o condotte marine, di infrastrutture costiere, della pesca a strascico, delle reti fantasma, ecc.),
- d. modifica temporanea degli habitat (captazione e acque reflue degli impianti termici industriali),
- e. diminuzione delle risorse (pesca professionale e sportiva),

- f. mortalità diretta (catture accidentali in operazioni di pesca e collisioni),
- g. cambiamenti climatici ed eutrofizzazione.

Gli effetti che le numerose sorgenti di impatto possono esercitare sulla biodiversità sono molteplici e si esplicano a livello di singole specie, popolazione, comunità ed ecosistemi.

A livello di specie, il sovrasfruttamento, la distruzione degli habitat, la competizione con specie invasive opportuniste ha in molti casi condotto ad un progressivo declino delle popolazioni ed in alcuni casi all'estinzione. Un chiaro esempio è costituito dal progressivo impoverimento degli stock di molte specie ittiche di elevato valore commerciale e di specie catturate accidentalmente (quali elasmobranchi e tartarughe) da attrezzi da pesca scarsamente selettivi.

Per l'Adriatico esistono dati certi sulla diminuzione del numero delle specie di elasmobranchi e della loro abbondanza e alcuni studi sugli attuali tassi di cattura causati da alcuni sistemi di pesca sono allarmanti; dati analoghi sono riscontrabili per le tartarughe marine, per le quali viene nel seguito riportato uno specifico approfondimento.

La migrazione dal Mare Rosso attraverso il Canale di Suez ha portato nel Mediterraneo, in poco più di cento anni, quasi 400 specie alloctone di macrofite, crostacei, molluschi e pesci; l'invasione, che è stata amplificata dall'introduzione di specie spesso invasive attraverso le operazioni di carico e scarico di acque di sentina di mercantili e che si è sviluppata in tempi estremamente rapidi, riguarda anche l'Italia.

Cambiamenti climatici su larga scala e modificazioni dell'ambiente fisico introdotte dall'uomo hanno spesso avuto evidenti ripercussioni non solo a livello di singole specie, ma su intere comunità ed ecosistemi; l'espansione di molte specie termofile nei settori centro-settentrionali del Mediterraneo è stata peraltro favorita dal progressivo aumento negli ultimi 20 anni della temperatura media dell'acqua e sono numerose le evidenze sperimentali di questo processo di colonizzazione di specie termofile anche nei mari italiani.

Le collisioni causate dal traffico marittimo costituiscono un problema reale anche in acque italiane, per tutti quei taxa che trascorrono porzioni importanti della loro vita nei pressi della superficie del mare. In alcuni casi, tale impatto è stato

quantificato, evidenziando dei trend in aumento, con un raddoppio dei casi dagli anni '70 agli anni '90.

Anche in Italia è stato osservato che l'inquinamento da idrocarburi polialogenati aromatici, TBT e POPs provoca alterazioni al sistema riproduttore sia di molluschi sia di vertebrati predatori di vertice, come il pescespada (*Xiphias gladius*).

Il monitoraggio e la mitigazione della mortalità diretta causata da attività umane (catture accidentali durante operazioni di pesca, collisioni con imbarcazioni) sono una priorità della Convenzione per la Diversità Biologica e della Direttiva Habitat. Tuttavia, ad oggi in Italia, non esistono monitoraggi sistematici, condotti su scala nazionale, che permettano di valutare gli effetti delle minacce sulla biodiversità, a qualunque livello: specie, popolazione, comunità, ecosistema e tale situazione rappresenta la minaccia più grande per la biodiversità marina italiana.

Come risulta evidente da tale quadro nazionale, l'inquinamento acustico generato da attività di prospezione geofisica, pur essendo annoverato tra le minacce per gli ecosistemi marini e le relative biocenosi, rappresenta solo una delle numerose cause di impatto sulla biodiversità che in molti casi (navigazione, pesca, inquinamento chimico) determinano sottrazione diretta e irreversibile di biodiversità o di altre minacce che, più al lungo termine ma altrettanto irreversibilmente, sono causa dei medesimi effetti quali l'invasione di specie aliene ed i cambiamenti climatici.

Entrando nel merito delle attività di progetto, è possibile affermare che, in relazione alle caratteristiche batimetriche delle aree dei permessi di prospezione (profondità dei fondali variabili tra un minimo di 50 metri nel settore settentrionale dell'area del permesso "d 1 B.P.-SP" fino ad oltre i 1100 metri in corrispondenza del settore orientale del permesso "d 1 F.P.-SP") nessuno degli habitat marini tutelati ai sensi dell'Allegato I della Direttiva 92/43/CE (descritti al Cap. 4.2.3.2) è riscontrabile nelle aree di progetto in quanto tali ecosistemi risultano localizzati a profondità generalmente non superiori ai 40 metri (limite inferiore del piano infralitorale), in aree costiere o di transizione.

Gli unici habitat che possono essere presenti anche a maggiori profondità (piano circalitorale e batiale del dominio bentonico) e pertanto interessare le aree di progetto sono rappresentati dagli habitat "1170- Scogliere" e "8330- Grotte marine sommerse o semisommerse".

Per ciò che concerne l'habitat delle scogliere, l'unica presenza nei nostri mari è attribuita l'area a coralli bianchi al largo delle coste di Santa Maria di Leuca ad oltre 650 metri di profondità, al confine tra Adriatico meridionale e Ionio settentrionale (vedi Figura 2.26); tale area, di notevole valenza naturalistica e ambientale, già interdetta alla pesca a strascico dalla *General Fishery Commission for the Mediterranean* (GFCM) nonché proposta come Sito di Importanza Comunitaria dalla regione Puglia, risulta esterna alla delimitazione del permesso "d 1 F.P.-SP" il cui margine meridionale è localizzato al largo delle coste di Otranto.

Relativamente all'habitat delle grotte sommerse o semisommerse, in base alle caratteristiche morfo-batimetriche dei fondali marini delle aree di progetto ed alle attuali conoscenze disponibili sulla distribuzione di tali habitat le uniche presenze accertate al largo delle coste risultano le grotte della Riserva Marina delle Isole Tremiti il cui perimetro esterno, in virtù dei vincoli imposti dall'art. 6, comma 17 del D.Lgs. 152/2006, risulta situato a 12 miglia marine dal limite delle aree dei permessi di prospezione e a distanze superiori rispetto alle linee sismiche più prossime a tale limite (vedi Tavola 4).

In base alle attuali conoscenze scientifiche, non sono noti effetti delle attività di prospezione geofisica sulle fitocenosi marine (flora e vegetazione).

Nell'ambito della componente "rumore e vibrazioni" è stato stimato l'impatto acustico sui potenziali "bersagli" (fauna marina) delle emissioni generate dagli air gun, con particolare ma non esclusivo riferimento alle specie più sensibili quali i mammiferi marini. Si rimanda pertanto al Capitolo 2.3.4 per la stima degli impatti sulla fauna marina.

Nel seguito vengono affrontati alcuni aspetti relativi agli impatti, per lo più di natura antropica, su alcune specie faunistiche tutelate ed altresì soggette a diversi fattori di rischio che minacciano la loro conservazione nei nostri mari. Gli impatti sono analizzati sulla base dei dati relativi agli spiaggiamenti di tartarughe marine e di cetacei che, ove pertinenti, saranno relazionati alle attività di prospezione geofisica.

Spiaggiamenti di tartarughe marine e cetacei

Il monitoraggio degli spiaggiamenti delle specie marine di particolare interesse naturalistico quali tartarughe marine e cetacei rappresenta un'importante strumento

di conoscenza delle principali minacce di origine antropica e di supporto alle politiche di conservazione di queste specie tutelate e particolarmente vulnerabili.

Mentre relativamente alle tartarughe marine è possibile risalire con sufficiente certezza alle cause dello spiaggiamento, per i cetacei il fenomeno, sebbene monitorato da molto tempo nei nostri mari, è ancora oggetto di dibattito aperto relativamente alle possibili cause che lo determinano; con ragionevole prudenza è comunque possibile ricondurre tale evento di volta in volta da cause diverse, singole o più frequentemente combinate.

Tartarughe marine

La banca dati del Servizio Difesa Mare (Si.Di.Mar.) del Ministero dell'Ambiente riporta i dati relativi al periodo 1996-2006 relativi agli spiaggiamenti di tartarughe marine e di cetacei; la Fondazione Cetacea onlus ha prodotto rapporti annuali dei monitoraggi degli spiaggiamenti di tartarughe marine sulle coste italiane per il periodo 2002-2005 ma il monitoraggio non copre tutte le coste dell'Adriatico centrale e meridionale ed è limitato, per l'area di interesse, alle regioni Emilia Romagna, Marche e ad un breve tratto di costa pugliese.

L'attuale banca dati Si.Di.Mar. non consente di effettuare analisi sui dati grezzi derivanti dal monitoraggio che, seppur limitato nel tempo e non aggiornato, rappresenta l'unica fonte di dati a scala nazionale. Per rappresentare la situazione nell'area di interesse sono stati pertanto utilizzati i dati di sintesi riportati nella relazione prodotta dalla Direzione per la Difesa del Mare del MATTM che fornisce dati quantitativi e qualitativi sugli spiaggiamenti dal Marzo 1996 al 15 Settembre 2001.

Gli spiaggiamenti di tartarughe marine risultano nel periodo analizzato in totale 267, di cui oltre il 50% relative ad esemplari ancora in vita nella maggior parte dei casi con difficoltà natatorie a causa di ami conficcati in gola, in altri casi per ferite o arti recisi. Le cause principali sono quindi imputate ad eventi traumatici dovuti all'intrappolamento in reti da pesca o a collisioni con natanti a motore.

Le Regioni più colpite risultano la Sicilia e la Puglia (vedi Figura 2.46) , regioni nelle quali la pesca rappresenta un'importante attività produttiva, spesso intensiva nei periodi estivi, inoltre le rotte migratorie e i siti di riproduzione delle tartarughe marine sembrano coincidere proprio con queste aree. Delle 267 segnalazioni, la quasi totalità riguardano la tartaruga comune (*Caretta caretta*).

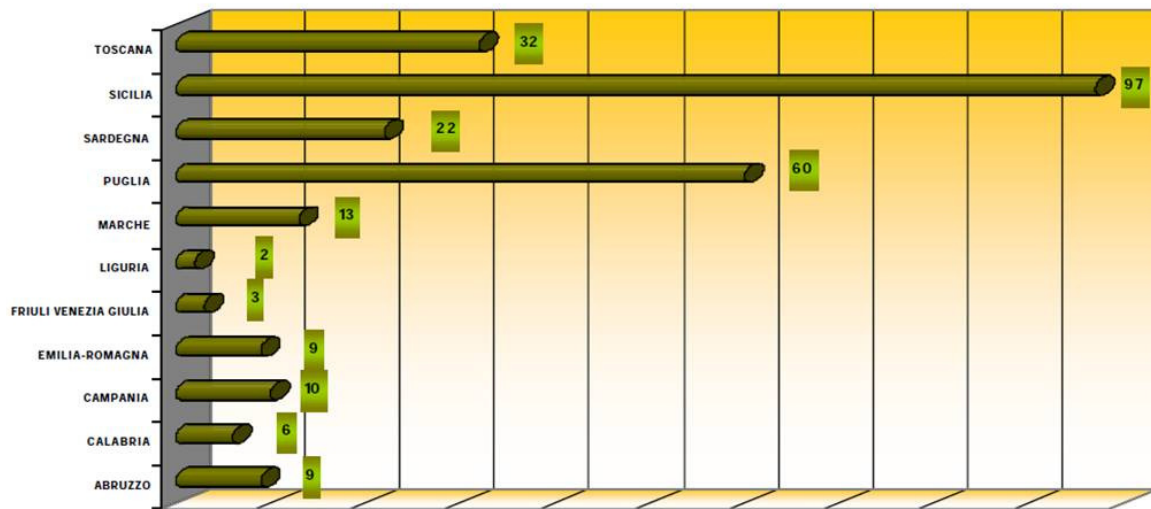


Figura 2.46 – Spiaggiamenti complessivi per Regione di tartarughe marine.
Fonte: MATTM - ex Direzione per la Difesa del Mare, 2002

Proprio in quanto regione maggiormente interessata dal fenomeno, è stato effettuato un approfondimento sulla regione Puglia in base ai dati ed alle relative analisi forniti dal competente Assessorato regionale all'Ecologia, relativi agli spiaggiamenti di tartarughe marine avvenuti lungo le coste pugliesi dal 1996 al 2006.

Nel documento regionale le interferenze antropiche con le tartarughe marine evidenziate dalla notevole quantità di esemplari di tartarughe che si ritrovano spiaggiati lungo le coste sono attribuite alle seguenti cause:

- ingestione di ami e lenze da palamito;
- annegamento/soffocamento o lesioni alle pinne causate da reti pelagiche;
- lesioni causate dall'urto di eliche di natanti;
- disturbi e alterazioni a organi e apparati dovuti all'inquinamento marino;
- patologie proprie della specie (affezioni respiratorie, ecc.);
- condizioni meteomarine avverse (mareggiate e basse temperature).

Le segnalazioni totali sono 576, di cui quasi il 40% riguardano esemplari ancora in vita e il restante 60% è costituito da soggetti ritrovati già morti; il 97% circa riguarda la tartaruga comune (*Caretta caretta*) e il restante 2% la tartaruga verde (*Chelonia mydas*) e la tartaruga liuto (*Dermochelys coriacea*).

Dall'analisi delle schede di segnalazione, per gli esemplari rimasti in vita, si rileva che nella maggior parte dei casi gli individui presentano ami e lenze nell'apparato digerente; una parte consistente presenta amputazione degli arti o di ferite al

piastrone e alle pinne; altri casi di difficoltà sono dovuti a cattura in reti da pesca e ad assideramento dell'animale per mareggiate e condizioni meteo marine avverse.

Relativamente alla collocazione temporale degli spiaggiamenti si osserva la presenza un picco stagionale nei mesi estivi (giugno-agosto), che sono quelli a maggiore frequenza di episodi e un secondo picco, con minore frequenza di episodi, nel periodo invernale (gennaio-febbraio).

Il primo periodo di picco viene messo in relazione al fatto che in estate il fenomeno risulta più visibile e, considerando i dati dimensionali degli esemplari ritrovati, si ipotizza l'utilizzo dei mari pugliesi come sito trofico; il secondo periodo di picco è ricondotto alla maggiore difficoltà che le tartarughe marine presentano in condizioni climatiche avverse (mareggiate e basse temperature). Tale dato è anche indicatore della presenza di siti di svernamento di soggetti giovani e sub-adulti.

La localizzazione degli spiaggiamenti durante i mesi più colpiti risulta nei mesi invernali concentrata nella provincia di Foggia e lungo la costa settentrionale compresa fra Chieuti e Vieste, mentre nei mesi primaverili estivi risulta concentrata nella provincia Taranto che è anche la provincia che mostra in assoluto il numero maggiore di segnalazioni.

Tali dati sono stati messi in relazione alla pressione ambientale derivante dalla flotta peschereccia da cui risulta una diretta correlazione con il numero degli spiaggiamenti segnalati nelle diverse località costiere; la maggiore dotazione regionale di pescherecci risulta infatti concentrata nell'arco tarantino.

Le analisi condotte riportano, in conclusione, che le principali cause di morte riscontrate sono dovute a catture accidentali con attrezzi da pesca (palangari, reti da posa, ecc.) che causano morte diretta per annegamento e/o soffocamento, amputazione e danneggiamento degli arti, morte a medio-lungo termine in seguito ad ingestione degli ami. Tale dato è messo in diretta correlazione con il grande sviluppo del settore pesca pugliese (al secondo posto nella realtà nazionale dopo la Sicilia). Per mitigare tale impatto si propone di predisporre interventi di natura tecnica sugli attrezzi da pesca e attività dirette agli operatori del settore quali, ad esempio, dispositivi atti a liberare automaticamente le tartarughe rimaste intrappolate nelle reti da pesca.

Tali dati evidenziano che le principali minacce antropiche che interessano le tartarughe in ambiente marino sono rappresentate dalla cattura accidentale negli attrezzi da pesca, che rappresenta la principale causa di mortalità, e dalla collisione con le chiglie e/o le eliche dei natanti; altre minacce sono rappresentate da inquinamento delle acque (idrocarburi, PCB, ecc.) e l'ingestione accidentale di detriti solidi. Tali fattori di rischio sono riconosciuti anche nelle linee guida per il recupero, soccorso, affidamento e gestione delle tartarughe marine elaborato dall'ICRAM per conto del MATTM.

In base agli studi (vedi Bibliografia) condotti dalla società inglese Ketos Ecology, impegnata nella ricerca e nella consulenza scientifica sulla conservazione e gestione dei cetacei e delle tartarughe marine, è stata documentato il rischio di intrappolamento delle tartarughe marine nelle attrezzature trainate dalle navi utilizzate per effettuare prospezioni sismiche a mare. Per prevenire tale rischio si suggerisce l'utilizzo di semplici dispositivi (*"turtle guards"*) che possono essere applicati alla boa di coda della nave, qualora la sua struttura non risulti già idoneamente configurata per evitare tali rischi.

Lo studio è stato divulgato alla IAGC (*International Association of Geophysical Contractors*, che rappresenta le compagnie di geofisica e di esplorazione geoscientifica), all' OGP (Oil & Gas Producers, associazione internazionale degli operatori petroliferi) e a diverse autorità che regolamentano le attività di prospezione sismica, con l'intento di sensibilizzare gli operatori affinché siano messe in atto soluzioni preventive efficaci.

La porzione di attrezzatura della nave sismica in cui si riscontrano più frequentemente episodi di intrappolamento è rappresentata dalla boa di coda posizionata alla fine del cavo sismico utilizzata per monitorare la posizione del cavo attraverso radar e ricevitori GPS, come rappresentato nelle immagini di Figura 2.47.

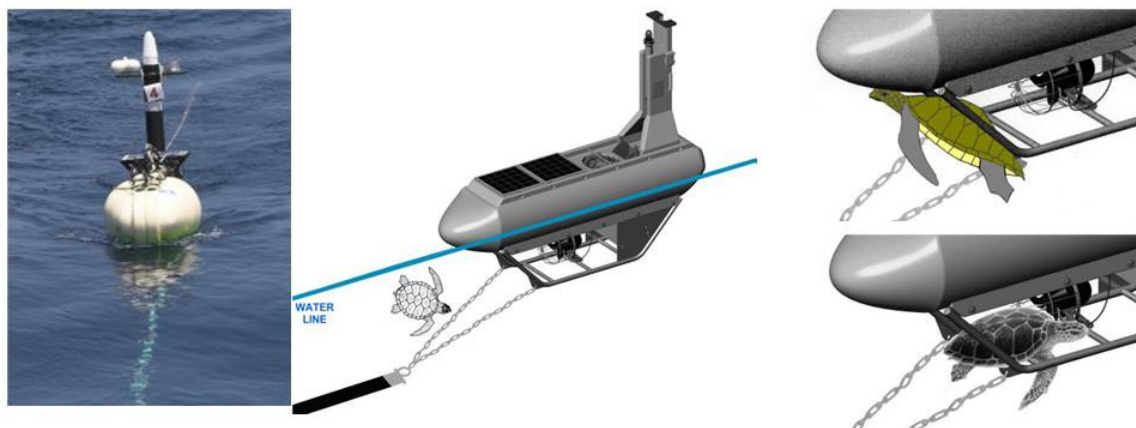


Figura 2.47 – Boa di coda della nave sismica (a sinistra); avvicinamento della tartaruga alla boa di coda (al centro); meccanismo di intrappolamento della tartaruga nella struttura metallica che sostiene la boa (a destra, in alto e in basso). Fonte: Ketos Ecology report, 2009

Una volta intrappolato l'animale non riesce a liberarsi sia a causa delle sue dimensioni che in relazione al movimento in direzione opposta della boa (che si muove alla velocità media della nave pari a 4-5 nodi); la pressione generata dal movimento della boa spinge ulteriormente l'animale all'interno della struttura metallica riducendo ulteriormente le possibilità di manovra; tale condizione può essere fatale in quanto le tartarughe marine non riescono più a risalire in superficie per respirare e muoiono per soffocamento.

Sebbene non sia ancora nota l'incidenza di tale evento a causa dell'assenza di monitoraggi sistematici, in molte campagne sismiche condotte in India, Golfo del Messico, Australia si riportano molti eventi di intrappolamento nel corso di indagini geofisiche di tipo 2D/3D/4D.

Con l'applicazione di semplici manufatti (barre metalliche) alla struttura che sostiene la boa di coda è possibile eliminare il rischio di intrappolamento e di mortalità delle tartarughe con tempi e costi minimi; in Figura 2.48 si riportano alcuni esempi di dispositivi che escludono la possibilità di intrappolamento.



Figura 2.48 – Esempi di dispositivi metallici applicati alla struttura di sostegno della boa di coda che impediscono l'intrappolamento delle tartarughe (le parti aggiunte all'originaria struttura sono cerchiare in rosso). Fonte: Ketos Ecology report, 2009.

Quale misura di mitigazione ambientale, come riportato nel Quadro di riferimento Progettuale, sarà attuata tale "best practice", contribuendo alla tutela delle tartarughe marine che popolano il Mare Adriatico, già soggette a notevole impatto antropico da parte delle attività di pesca e di navigazione.

La tipologia della boa di coda con la quale è equipaggiata la nave sismica che effettuerà le indagini in progetto è riportata in Figura 2.49.

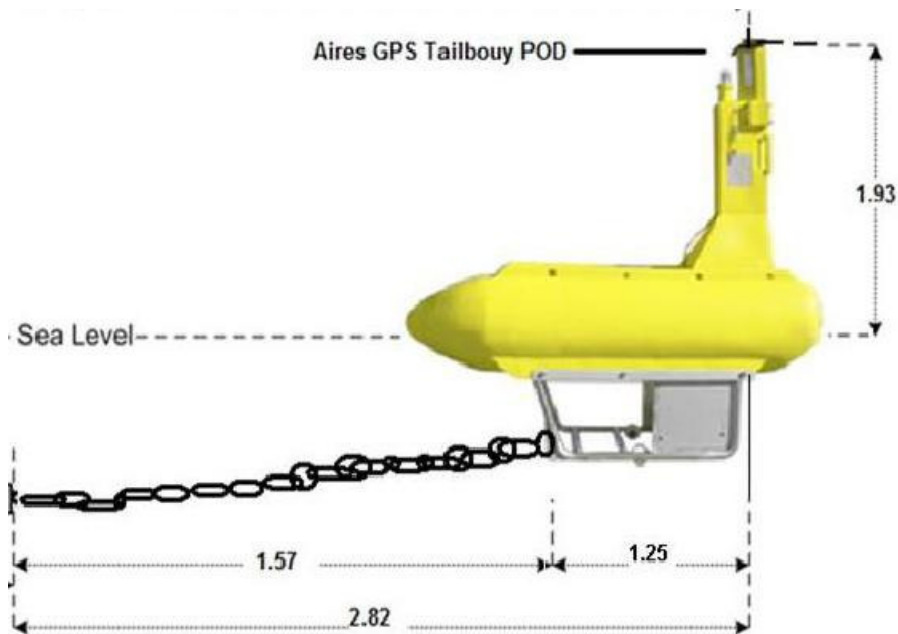


Figura 2.49 - Boa di coda utilizzata per le prospezioni geofisiche da Spectrum

Prima dell'avvio dei rilievi sismici, verificata l'esatta configurazione della porzione sommersa della boa (struttura metallica di sostegno) ed accertata l'eventualità che la struttura non risulti idonea a prevenire il potenziale rischio per le tartarughe marine, la struttura originaria sarà opportunamente modificata, mediante l'applicazione di barre metalliche che impediranno all'animale di rimanere intrappolato.

Recenti ricerche condotte al largo delle coste settentrionale dell'Angola nel corso di campagne di prospezione sismica mediante air gun per osservare gli effetti sulle tartarughe (Weir, 2007) conducono a conclusioni non esaustive ed univoche.

I parametri di acquisizione sismica riportati nella Figura 2.50 risultano paragonabili a quelli di progetto con particolare riferimento alla pressione, ai volumi complessivi dell'air gun, alla profondità dell'array, alla frequenza.

Parameter	Survey 1	Survey 2
Survey duration	Aug 2004–Jan 2005	Jan–May 2005
Seismic line duration (h)	8–12	1.5–4
Total airgun volume (cu. in.)	5085	3147
Source amplitude (Bar-m, peak to peak)	109	81
Airgun pressure (psi)	2000	2000
Source depth (m)	8	4
Recorded frequency bandwidth (Hz)	5–70	8–120
Minimum intensity within frequency bandwidth (dB re 1µPa per Hz @ 1 m)	208	203
Firing interval (m)	25	18.75

Figura 2.50 – Parametri dell'acquisizione sismica

In base alle osservazioni condotte durante la prospezione, alcune indicazioni portano ad evidenziare una minore presenza di tartarughe durante la piena operatività degli air gun sebbene non è stato osservato un evidente comportamento di allontanamento o fuga da essi. Occorre comunque considerare che le tartarughe, al contrario di altre specie marine, non riescono a nuotare rapidamente per allontanarsi dalla sorgente di disturbo, anche se potenzialmente intenzionate a farlo, e le risposte risultano comunque lente. Sono state inoltre rilevate difficoltà oggettive nel rilevamento visivo soprattutto in relazione alle condizioni del mare, alla profondità di nuoto, alla oggettiva impossibilità a distinguere le risposte al potenziale disturbo causato dall'air gun da quello relativo all'imbarcazione ed alle attrezzature trainate. Le relazioni più certe ed evidenti risultano proprio quelle associate a questi ultimi due fattori piuttosto che agli effetti degli air gun e si raccomandano precauzioni da porre in essere per proteggere le tartarughe dal rischio di intrappolamento nelle attrezzature trainate dalla nave sismica.

Cetacei

In Italia il monitoraggio degli spiaggiamenti di cetacei lungo gli 8000 km di coste nazionali, viene effettuato dal Centro Studi Cetacei (CSC) della Società Italiana di Scienze Naturali dal 1986. Per ottemperare alle esigenze di monitoraggio dell'ambiente marino e di controllo degli impatti delle attività umane, il Ministero dell'Ambiente ha istituito una "banca tessuti", presso l'Università di Padova, e un Centro di Coordinamento per la raccolta dei dati, gestito dal CIBRA dell'Università di Pavia e dal Museo Civico di Storia Naturale di Milano, che include una banca dati con accesso online.

Nella Tabella 2.5 si riportano i dati di sintesi disaggregati per regione desunti dalla banca dati con riferimento ai settori del Mare Adriatico centrale (da Riccione a Testa del Gargano) e meridionale (da Testa del Gargano a Capo S. Maria di Leuca) che, come evidente nella Figura 2.51, risultano con buona approssimazione coincidenti con le aree dei due permessi di prospezione.

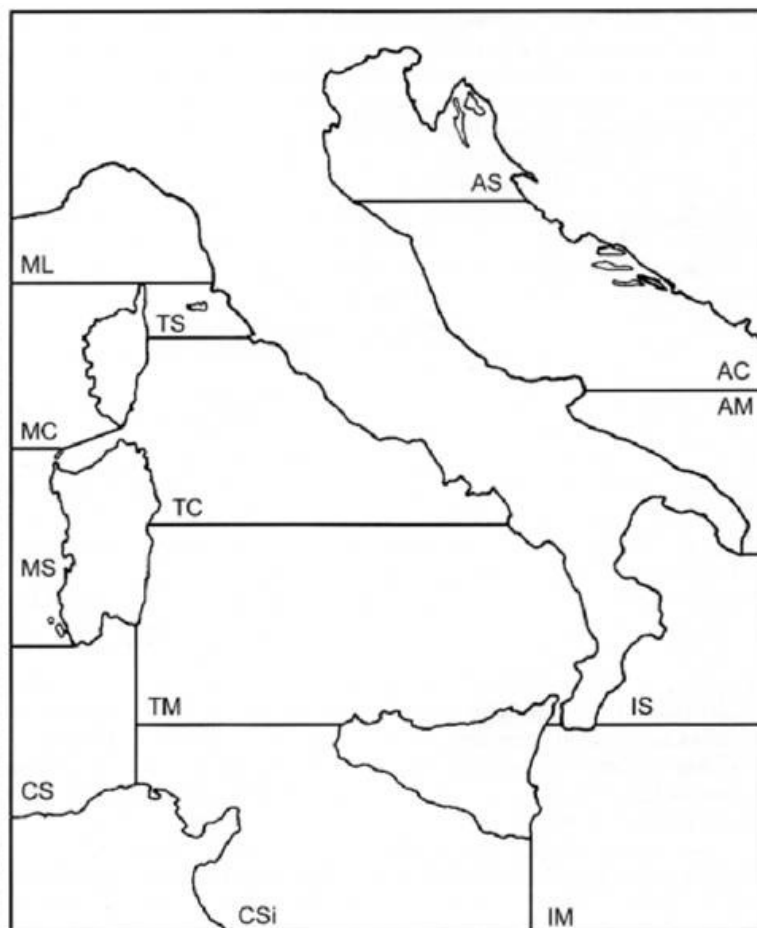


Figura 2.51 – Mappa dei settori delle coste italiane utilizzata per la distribuzione geografica degli spiaggiamenti di cetacei. Fonte: Banca Dati Spiaggiamenti cetacei, CIBRA

Tabella 2.5.: Dati di sintesi per regione degli spiaggiamenti di cetacei. Banca Dati Spiaggiamenti cetacei, CIBRA

Settore	Tot. spiaggiamenti 1986-2011
<i>Adriatico centrale</i>	268
➤ Emilia Romagna p.p.	5
➤ Marche	117
➤ Abruzzo	92
➤ Molise	26
➤ Puglia p.p.	27
<i>Adriatico meridionale</i>	366
➤ Puglia p.p.	366
Totale coste italiane	3926 (*)

(*) La banca dati riporta ad oggi un totale di 3952 animali di cui 26 segnalati prima del 1986

Nell'Adriatico centrale e meridionale gli spiaggiamenti di cetacei registrati nel periodo di riferimento (dal 1986 al 2011) rappresentano rispettivamente circa il 7 % e il 9 % del totale degli spiaggiamenti lungo le coste italiane, a conferma che i mammiferi marini presentano una minore abbondanza, sia sotto forma di popolazioni stabili che di individui/branchi con presenza occasionale o comunque non regolare, rispetto altri mari italiani (Ionio, Tirreno, Ligure, Sardegna, Canale di Sicilia).

Si rileva che nell'Adriatico meridionale (versante Adriatico pugliese corrispondente alle province di Bari, Brindisi, Lecce e alla parte della provincia di Foggia situata a sud di Testa del Gargano) si registra un numero di spiaggiamenti sensibilmente maggiore rispetto all' Adriatico centrale, in quanto presumibilmente in tale settore i cetacei trovano un ambiente spiccatamente pelagico di acque profonde (scarpata e fossa adriatica) più idoneo nonché molto produttivo e quindi in grado di soddisfare le esigenze trofiche dei cetacei.

Nella seguente Tabella 2.6 si riporta il numero di spiaggiamenti, distinti per specie di cetacei che risultano presenti, anche se con frequenze diverse, nei due settori, centrale e meridionale, del Mare Adriatico.

Tabella 2.6.: Dati di sintesi per specie degli spiaggiamenti di cetacei. Banca Dati Spiaggiamenti cetacei, CIBRA

Specie	Adriatico centrale	Adriatico meridionale
<i>Balaenoptera physalus</i> (Balenottera comune)	1	2
<i>Physeter macrocephalus</i> (capodoglio)	7	1
<i>Ziphius cavirostris</i> (Zifio)	0	6
<i>Delphinus delphis</i> (Delfino comune)	5	0
<i>Globicephala melas</i> (Globicefalo)	0	1
<i>Grampus griseus</i> (Grampo)	10	4
<i>Stenella coeruleoalba</i> (Stenella striata)	32	128
<i>Tursiops truncatus</i> (Tursiope)	162	134
Totale spiaggiamenti (specie determinate)	217	276
Totale spiaggiamenti (specie indeterminate)	51	90
Totale spiaggiamenti	268	366

Si evidenzia che un numero consistente di spiaggiamenti in entrambe i settori viene attribuito a specie di cetacei non determinate in quanto molto spesso lo stato di decomposizione non consente il riconoscimento a livello specifico; al netto di tali casi, in entrambe i settori il totale degli individui risultano appartenenti esclusivamente alle otto specie di cetacei individuate quali presenti o potenzialmente tali nel Mare Adriatico.

Gli odontoceti appartenenti alla famiglia dei delfinidi (tursiopi e stenelle) risultano del tutto predominanti in entrambi i settori, rappresentando nell'Adriatico centrale l'89% e nell'Adriatico meridionale il 95% del totale degli individui riconosciuti a livello specifico.

Come riportato nelle premesse, non è sempre possibile risalire con sufficiente grado di certezza alle cause dello spiaggiamento di cetacei, soprattutto nel caso di animali deceduti la cui carcassa rimane in mare per molto tempo.

E' riconosciuto dalla comunità scientifica che tutte le specie di cetacei sono soggette a collisione con imbarcazioni nelle aree a intenso traffico marittimo; i cetacei di minori dimensioni (tursiopi, stenelle), se non in caso di grande traffico e nella fascia più costiera, vengono feriti raramente mentre le specie più grandi (capodogli, balenottere) sono le più coinvolte e la collisione con imbarcazioni è stimata essere la prima causa di decesso. Il tursiope risulta invece fortemente interagente con l'attività di pesca in quanto si nutre in modo opportunistico nelle reti a strascico e da posta, determinando anche una riduzione del pescato; l'analisi degli individui spiaggiati ha evidenziato come l'interazione con la pesca sia ad oggi la principale causa nota di morte per tale specie.

Un fenomeno ancora meno noto è lo spiaggiamento di massa dei cetacei anche se esiste un consenso generale sul fatto che esistano una serie di co-fattori che influiscono sul sistema di navigazione interno di questi animali che non fornisce più un'immagine precisa, probabilmente intensificata da fattori esterni come cattive condizioni meteorologiche, unitamente ad altri fattori quali la profondità dei fondali e la coesione sociale.

Il fenomeno più recente di spiaggiamento di massa sulle coste italiane è stato registrato tra il 10 e il 15 Dicembre 2009 quando sette capodogli sono stati rinvenuti lungo un tratto di litorale sabbioso di circa 3,8 km, tra Cagnano Varano (2 animali) e Ischitella (5 animali) in provincia di Foggia.

Le approfondite indagini biologiche sugli animali e sulle condizioni a contorno, coordinati dal Prof. Sandro Mazzariol (Dipartimento di Sanità Pubblica, Patologia Comparata e Igiene Veterinaria Università degli Studi di Padova), hanno prodotto importanti rapporti scientifici (vedi Bibliografia) che analizzano le possibili cause dell'evento a carattere eccezionale, di cui si riportano nel seguito gli elementi più significativi ai fini del presente studio.

Lo spiaggiamento di massa rappresenta un evento abbastanza inusuale nel Mar Mediterraneo e per le coste italiane, per quanto sia già occorso in passato in Sicilia, in particolare le coste sud-occidentali (5 eventi) ed il Mar Adriatico, in cui si sono registrati 3 eventi simili (compreso quello del Dicembre 2009) a distanza di 71 e 75 anni. I 7 animali erano giovani maschi con un'età intorno ai 10 anni che, potenzialmente, avevano appena lasciato i gruppi materni e quindi probabilmente inesperti. Senza dubbio, il gruppo si configura nell'entità sociale di una "bachelor

school”, probabilmente aggregatosi di recente. In base alle osservazioni sui contenuti gastrici e ai dati reperiti in letteratura, gli animali si trovavano molto probabilmente nel Mar Ionio nel periodo antecedente allo spiaggiamento, ad una distanza di almeno 350 km e molto probabilmente provenivano dai bacini profondi del Mediterraneo meridionale, a circa 500-600 km dal luogo dello spiaggiamento, ed hanno raggiunto l’Adriatico attraverso lo Stretto di Messina o il Canale di Sicilia.

E’ inoltre plausibile supporre che il gruppo, nuotando alla massima velocità conosciuta ininterrottamente, abbia impiegato almeno 7 giorni per arrivare davanti alle coste garganiche, tempi che coincidono con la mancata alimentazione dimostrata dall’analisi dei contenuti gastrici. Quando questi animali si trovano in mari poco profondi forse non riescono più ad utilizzare in maniera adeguata il proprio sistema di orientamento. I rilievi patologici effettuati su soli 3 soggetti non consentono di stabilire l’esistenza di una condizione patologica marcata ed evidente negli altri quattro soggetti 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 sette individui. Si evidenzia inoltre uno stato di immunocompromissione, evidente nel sistema linfatico, che ha potenzialmente esposto gli animali a quadri infiammatori secondari, come broncopolmoniti e dermatiti. I medesimi reperti escludono che la causa del decesso sia da attribuire alla “*gas and fat embolic syndrome*”, condizione patologica riportata in letteratura come associata all’esposizione ai sonar militari.

Di contro, i rilievi tossicologici e le prove biologiche indicano un’alterazione delle funzioni nervose ad eziologia esogena che, per quanto minime, possono aver alterato il senso di orientamento e della percezione.

La positività alla colorazione specifica per il mercurio del citoplasma neuronale associato alla presenza di lipofuscina, 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. Il mercurio ha un’azione di depressione del sistema immunitario e in relazione ai risultati delle prove biologiche, non si escludono altre sostanze chimiche come fattori predisponenti lo spiaggiamento.

In conclusione, lo spiaggiamento dei capodogli è stato attribuito ad una condizione multifattoriale, come spesso viene suggerito nei lavori scientifici che riportano eventi analoghi.

I soggetti si trovavano probabilmente nel Mar Ionio, presumibilmente a basse latitudini e sono entrati nel Mar Adriatico dove la complicità di fattori ecologici (profondità), biologici (inesperienza del gruppo), sociali (aggregazione), insieme ai rilievi patologici e tossicologici (alterazione del sistema sensorio e immunocompromissione di origine chimica), ha determinato l'impossibilità ad orientarsi e a trovare una via d'uscita. 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 lipofile presenti nei tessuti adiposi.

Questa situazione ha aggravato le condizioni generali di salute dei soggetti ed ha innescato, unitamente all'azione delle sostanze tossiche rinvenute nei tessuti, uno stato generale di immunocompromissione.

Resta da identificare il motivo per cui questi esemplari si siano addentrati (o siano fuggiti) nel Mar Adriatico. Sono state escluse eventuali correlazioni con i cicli solari, alterazioni del campo geomagnetico e fasi lunari mentre 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 sembra essere quello verificatosi il 26 Novembre 2009 (magnitudo 5,1 scala Richter) nella Fossa Ellenica dove vivono e vengono usualmente avvistati i capodogli.

Infine, i sonar, come quelli correlati alle attività di prospezione presenti anche in Adriatico (in base ai dati forniti dal Ministero dello Sviluppo Economico) 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.

Oltre ai sonar, nel rapporto scientifico pubblicato nel 2011, si escludono anche gli air gun utilizzati per rilievi sismici come possibili fattori di impatto diretto sui cetacei, confermato dall’assenza di emboli lipidici e gassosi nei tessuti e di altre anomalie che sono state spazialmente e temporalmente associate agli effetti riscontrati su capodogli nel Golfo del Messico.

Il documento riporta inoltre che non risultano effettuati rilievi sismici nelle settimane precedenti l’evento e in corrispondenza dello stesso, pure riportando, a titolo cautelativo, l’impossibilità di escludere traumi acustici e conseguente disorientamento come cause concorrenti dello spiaggiamento.

Nello studio effettuato nel Golfo del Messico (vedi Bibliografia) si analizzano gli effetti su otto capodogli all’esposizione controllata agli air gun e si evidenzia che nessuno dei capodogli ha mostrato cambiamenti nel comportamento successivamente all’avvio del soft start nel range di 7-13 km e all’esposizione alla piena potenza dell’array a 1-13 km; la direzione del movimento è risultata casuale rispetto agli airgun ma connessa alla direzione del movimento osservata prima dell’inizio delle attività, indicando che gli individui monitorati non evitano l’air gun in direzione orizzontale. Altri parametri comportamentali monitorati prima/durante/dopo l’innesco degli airgun mostrano che i capodogli del Golfo del Messico soggetti ad elevate esposizione alle onde sonore generate dagli air gun non mostrano reazioni di fuga o allontanamento dall’airgun; tale riscontro è plausibilmente spiegabile con l’adattamento delle popolazioni native del Golfo del Messico alla presenza delle emissioni acustiche generate dagli air gun che determina una minore significatività degli effetti comportamentali.

2.3.4 Rumore e vibrazioni

2.3.4.1 Effetti delle indagini geosismiche sull’ecosistema

I rumori di origine antropica possono avere effetti sulla vita degli organismi marini acquatici; le specie interessate non sono solo i mammiferi marini, soggetti comunque maggiormente sensibili, ma anche pesci, tartarughe marine e anche invertebrati marini. Le informazioni sugli effetti delle onde acustiche sulla vita

acquatica sono varie e complesse: tali effetti infatti dipendono dal tipo di fonte acustica utilizzata, dalla fisiologia e struttura anatomica delle specie e dal loro habitat.

Nella bibliografia di settore vengono riportati alcuni dei potenziali effetti legati ad esposizioni prolungate nel tempo a suoni generati dalle emissioni acustiche: cambiamenti nel comportamento, elevato livello di stress, indebolimento del sistema immunitario, allontanamento dall'habitat, temporanea o permanente perdita dell'udito, morte o danneggiamento delle larve in pesci ed invertebrati marini.

Nel caso delle perturbazioni acustiche generate dagli air gun, alcuni studi riportano una diminuzione delle catture di pesci anche dopo alcuni giorni dal termine dei campionamenti mentre altri evidenziano una tendenza completamente opposte. Alcuni studi condotti dal Canadian Department of Fisheries hanno dimostrato inoltre che l'esposizione ad air gun può provocare danni anche in invertebrati marini come nei granchi della specie *Chionoecetes opilio*, per i quali è stata osservata una diminuzione del successo riproduttivo e della produzione di uova. È stata verificata inoltre la correlazione tra l'esplosione da suoni di elevata potenza generati durante indagini geosismiche condotte nel 2001 e nel 2003 (Repsol-Spanish Oil Company) in cui erano impiegati air gun a e lo spiaggiamento di calamari giganti sulle coste spagnole nei quali sono stati osservati danni ad organi interni.

Anche nelle tartarughe marine sono stati osservati sia cambiamenti comportamentali e la tendenza ad allontanarsi dal sito oggetto delle indagini geosismiche sia danni temporanei e permanenti all'apparato uditivo. Pur non essendo mai stato documentato alcun caso di morte, gli studi relativi agli effetti dei suoni a bassa e media frequenza sulle tartarughe marine sono ancora molto scarsi.

È noto infine che l'esposizione al rumore possa produrre un'ampia gamma di effetti sui mammiferi marini, ed in particolare sui cetacei. Essendo l'udito molto sviluppato in questi animali, anche un suono di bassa intensità apparentemente percepito senza produrre alcun effetto direttamente osservabile potrebbe essere correlato a significative modifiche di tipo comportamentale. Più noto è ciò che si verifica aumentando l'intensità dei suoni prodotti. In questi casi il livello di disturbo di questi animali è in genere maggiore e questo può tradursi nell'allontanamento dal sito dell'indagine.

Effetti delle prospezioni geosismiche sui pesci adulti

I pesci adulti in genere sono in grado di evitare le onde sonore prodotte dagli air gun nuotando verso il basso. Anche pesci molto giovani quali merluzzi e scorfani con lunghezza di appena 50 mm sono in grado di allontanarsi dalla zona letale vicina agli air gun, compresa entro pochi metri (Nakken, 1992).

È stato stimato che un pesce adulto è capace di reagire ad una batteria di air gun a distanze superiori ai 30 km e che una intensa "condotta di evitamento" viene attuata tra 1 e 5 km. Studi norvegesi hanno mostrato una diminuzione della densità di pesce fino a distanze di 10 km dai siti di intensa attività di prospezione geofisica.

Effetti negativi su pesci adulti potrebbero verificarsi se questi vengono spaventati ed allontanati dalle aree di deposizione delle uova durante il periodo della riproduzione. All'infuori delle aree suddette i pesci non vengono presumibilmente disturbati dalle prospezioni geosismiche (Engas, 1995; Slotte, 2004).

Effetti delle prospezioni geosismiche sulle aree di deposizione delle uova

Le larve di pesce e le uova non possono sottrarsi alle onde di pressione prodotte dagli air gun e possono venire uccise se poste ad una distanza inferiore ai 2 m; effetti sub letali possono invece verificarsi entro 5 m di distanza (Hostby, 2003). Il volume d'acqua interessato risulta pertanto molto piccolo e gli eventuali effetti sulla popolazione di larve o uova possono considerarsi molto limitati. In Norvegia tuttavia, alcune aree di deposizione delle uova possono presentare in alcuni periodi dell'anno densità molto elevate di pesci "in frega"; queste zone, ad esempio nel Mare di Barents, vengono chiuse alle attività di prospezione geofisica nel periodo di riproduzione dei merluzzi e delle aringhe (primavera) sia per evitare di allontanare i pesci adulti pronti per la deposizione, sia per impedire l'uccisione di larve ed uova che possono arrivare a concentrazioni molto elevate.

Il rapporto "Strategic Environmental Impact Assessment of hydrocarbon activities in the Disko West area" afferma che gli effetti delle attività di prospezione geofisica sul reclutamento delle specie marine nelle acque della Groenlandia possono considerarsi trascurabili (Mosbech, 2007) poiché la densità di uova di pesce e di larve è generalmente bassa nei primi 10 metri di profondità e perché la maggior parte delle specie di pesci depone le uova su ampie superfici marine.

Effetti delle prospezioni geosismiche sulla pesca

Studi norvegesi (Engas et al., 1995) hanno mostrato che prospezioni geosismiche condotte con un sistema di air gun (un colpo ogni 10 o 25 metri, 36 transetti sismici di 10 miglia nautiche e 125 m di distanza tra transetti adiacenti) riducono la cattura di merluzzo atlantico (*Gadus morhua*) e di eglefino (*Melanogramma aeglefinus*) fino al 50%. Tale risultato è stato poi smentito da un altro studio norvegese (Dalen, 2008) che ha stabilito che i risultati descritti da Engas et al. non possono essere generalizzati ad altre specie marine e a modalità di pesca che si attuano a differenti profondità.

Questo sembrerebbe confermato anche da sperimentazioni condotte sempre in Norvegia nel 2009 (Lokkeborg, 2010) ma su un'area d'indagine molto più estesa che hanno mostrato risultati esattamente opposti a quelli di Engas et al., cioè che le indagini sismiche non producono apprezzabili riduzioni nella quantità di pesce catturato.

Uno studio canadese (DFO 2004) ha dichiarato al riguardo che gli effetti delle prospezioni geosismiche sui pesci sono modesti e che le variazioni nelle quantità di pescato dipendono probabilmente dalle singole specie.

Vanno infine menzionati alcuni casi in cui la quantità di pescato è aumentata a seguito di rilievi con air gun a causa della modifica nella distribuzione verticale delle specie ittiche (HIRST, 2000).

In ogni caso talune valutazioni sono estremamente dipendenti dalle modalità di osservazione in quanto sebbene sia ragionevole prevedere che l'emissione acustica generata dall' air gun possa dissuadere la fauna ittica a rimanere nella zona interessata, è altrettanto ragionevole sostenere che questo dopo un sufficiente intervallo di tempo la fauna possa tornare a frequentare le aree interessate dalle attività di prospezione sismica.

Effetti delle prospezioni geosismiche sui crostacei

In generale si hanno poche informazioni sugli effetti delle prospezioni geosismiche su invertebrati e gli studi e le ricerche condotte sino ad oggi hanno evidenziato la necessità di ulteriori approfondimenti sull'argomento ed in particolare sugli effetti a lungo termine dell'esposizione a rumori di forte intensità.

Uno studio ha mostrato che il gambero della famiglia *Palaemon serratus*, è sensibile a suoni nell'intervallo di frequenze compreso tra i 100 ed i 3.000 Hz (Lovel, 2005). Una ricerca canadese (DFO, 2004) ha studiato gli effetti delle emissioni prodotte da diverse tipologie di air gun su granchi della neve (*Chionoecetes opilio*) giungendo alla conclusione che non si riscontrano effetti apprezzabili sulla salute degli esemplari adulti. L'unico effetto verificato è un ritardo di accrescimento delle uova di granchio quando esposte a livelli di pressione molto intensi (221 dB e 2 m di distanza).

Effetti delle prospezioni geosismiche sui mammiferi marini e limiti acustici per la loro tutela

La rivista scientifica *Ingegneria Ambientale* (Vol. XXXVIII n. 5/2009) riporta un articolo sulla valutazione di impatto ambientale delle prospezioni geosismiche sottomarine (vedi Bibliografia) in cui vengono condotte alcune stime relative ai limiti inferiori (f low) e superiori (f high) dell'udibile di alcune categorie di mammiferi marini. I cetacei, a seconda delle loro capacità uditive vengono suddivisi in cetacei che percepiscono le basse (LF), medie (MF) ed alte (HI) frequenze, mentre per i pinnipedi viene indicato il range dell'udibile in acqua ed in aria (vedi Tabella 2.7).

Tabella 2.7.: Limiti inferiori e superiori dell'udibile di alcune categorie di mammiferi marini.

Gruppi	Banda di frequenza	Tipologie (specie/sub-specie)
Cetacei che percepiscono le basse frequenze	7 Hz - 22 kHz	<i>Balaena, Caperea, Eschrichtius, Megaptera, Balaenoptera</i> (13 specie/sub-specie)
Cetacei che percepiscono le medie frequenze	150 Hz - 160 kHz	<i>Steno, Sousa, Sotalia, Tursiops, Stenella, Delphinus, Lagenodelphis, Lagenorhynchus, Lissodelphis, Grampus, Peponocephala, Feresa, Pseudorca, Orcinus, Globicephala, Orcacella, Physeter, Kogia, Delphinapterus, Monodon, Ziphius, Berardius, Tasmacetus, Hyperoodon, Mesoplodon</i> (56 specie/sub-specie)
Cetacei che percepiscono le alte frequenze	200 Hz - 180 kHz	<i>Phocoena, Neophocaena, Phocoenoides, Platanista, Inia, Lipotes, Pontoporia, Cephalorhynchus</i> (18 specie/sub-specie)
Pinnipedi in ambiente acquoso	75 Hz - 75 kHz	<i>Arctocephalus, Callorhinus, Zalophus, Eumetopias, Neophoca, Phocartos, Otaria, Erignathus, Phoca, Pusa, Halichoerus, Histriophoca, Pagophilus, Cystophora, Monachus, Mirounga, Leptonychotes, Ommatophoca, Lobodon, Hydrurga, and Odobenus</i> (41 specie/sub-specie)

Gruppi	Banda di frequenza	Tipologie (specie/sub-specie)
Pinnipedi in ambiente aereo	75 Hz - 30 kHz	(41 specie/sub-specie)

L'intervallo di frequenze provocate dallo scoppio di air gun si ipotizza sia percepito maggiormente dai cetacei sensibili alle basse frequenze che risulterebbe pertanto la categoria più esposta a rischi (vedi Figura 2.52).

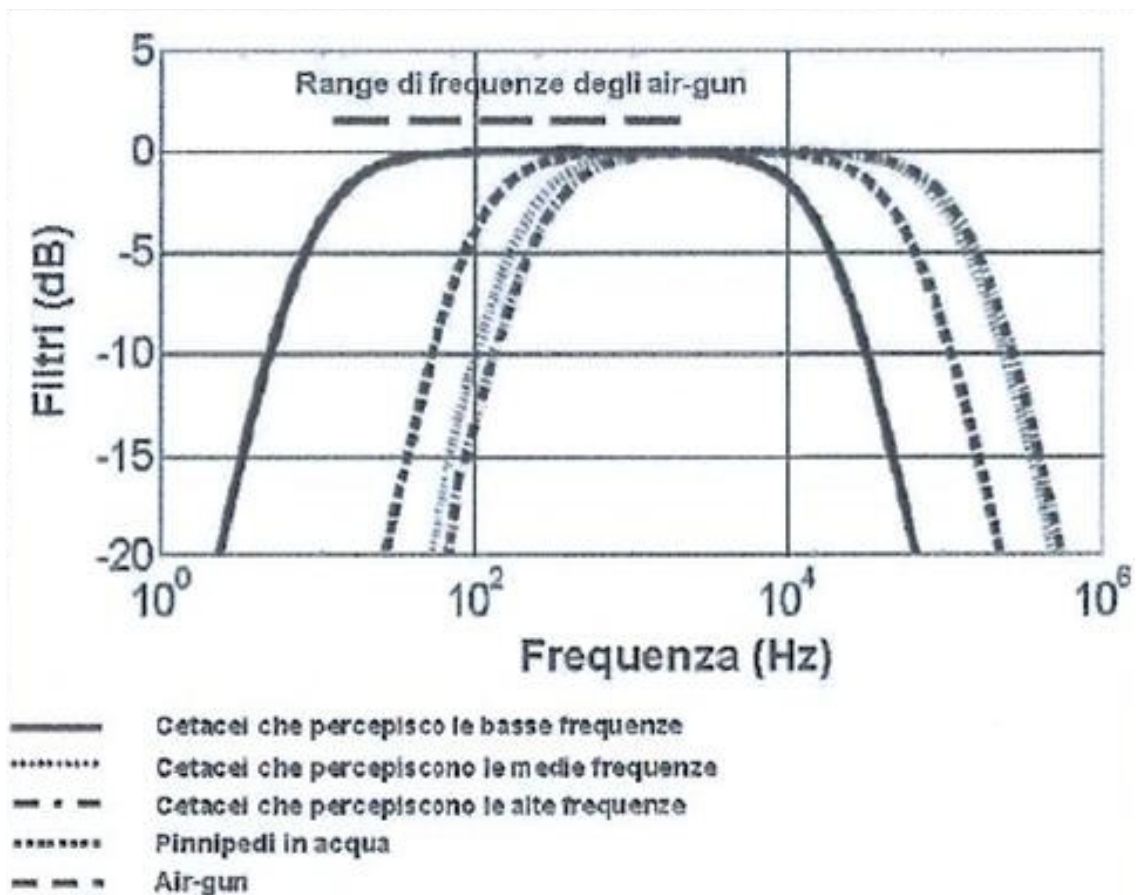


Figura 2.52 – Curve di ponderazione per alcune categorie di mammiferi marini. Fonte: Miller, 2009.

Per implementare le politiche di mitigazione il National Marine Fishery Service (NMFS) ha adottato criteri di sicurezza standard in termini di limiti massimi di esposizione (dB re 1 μ Pa) per diverse categorie di mammiferi marini che, qualora superati, prevedono 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.

I valori esposti in Tabella 2.8, 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, 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**.

Tabella 2.8.: Limiti di esposizione proposti ed adottati dal NMFS per diversi mammiferi marini. Fonte: Engas, 1995.

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

Il modello matematico

Per la valutazione dell'impatto ambientale delle prospezioni geosismiche è stato impiegato un modello matematico, di seguito descritto, in grado di determinare la propagazione acustica delle onde generate dagli air gun, al variare del numero degli air gun, della disposizione in batteria e del volume di ogni air gun (vedi Quadro di Riferimento Progettuale).

Tutte le ipotesi operative adottate nel modello di calcolo sono cautelative ovvero le stime del livello di pressione sonora sono approssimate per eccesso.

La quantità di energia emessa da una sorgente sonora nell'unità di tempo è detta potenza sonora ed è misurata in Watt. Se irradiata in un mezzo elastico attraverso una superficie **S** perpendicolarmente alla direzione del suono, la potenza sonora è pari, a meno della densità del fluido, al rapporto tra la forza di pressione sonora **p^2S** e la velocità di spostamento delle particelle **c** in direzione del suono.

$$W = \frac{p^2}{\rho c} \cdot S \quad (1)$$

Si definisce intensità sonora **I** la grandezza che esprime la potenza sonora irradiata da una sorgente sonora su un fronte d'onda **S** come:

$$I = \frac{p^2}{\rho c} \quad (2)$$

Dove in un fluido la velocità **c** è data da:

$$c = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad (3)$$

dove

E è il modulo di compressibilità che per l'acqua **E** è pari a $2,2 \cdot 10^9 \text{ Nm}^{-2}$

ρ è la densità dell'acqua, pari a circa 1000 kg m^{-3}

quindi la velocità del suono nell'acqua è pari a circa 1500 ms^{-1} .

Considerato l'enorme campo di variazione delle grandezze acustiche, non conviene esprimere grandezze quali pressione, intensità e potenza in valori assoluti. E' preferibile esprimerle mediante il logaritmo del rapporto tra i valori di queste grandezze ed i relativi valori di riferimento. Queste scale vengono chiamate comunemente livelli e la loro unità di misura è il decibel.

Nell'ambito della determinazione del rumore, il livello di pressione sonora, **L_p**, è la misura fondamentale della pressione del suono, definita in funzione di un rapporto di pressione come segue:

$$L_p = 10 \cdot \log \frac{p^2}{p_0^2} = 20 \cdot \log \frac{p}{p_0} \quad (4)$$

dove **p** è la pressione effettiva del suono, misurata in un punto di interesse, e **p₀** è la pressione di riferimento del suono, pari a 1 μPa in acqua.

Il modello sviluppato è basato sul fatto che la pressione sonora generata da una batteria di air gun è:

- direttamente proporzionale al numero degli air gun che compongono la batteria;

- proporzionale alla radice cubica della batteria dato dalla somma di tutti i volumi dei singoli air gun;
- inversamente proporzionale alla distanza dalla sorgente.

Pertanto, la pressione generata dall'onda primaria in un punto di stima si ottiene come:

$$P_1(x, y, z) = K_f \cdot \sum_1^n \frac{(v_i)^{\frac{1}{3}}}{r_i} \quad (5)$$

dove:

v_i è il volume d'aria dell'i-esimo air gun (m^3);

r_i è la distanza del punto di stima dall'i-esimo air gun (m);

- il coefficiente K_f viene determinato a seguito della taratura del modello proposto sulla base dello spettro relativo alla batteria degli air gun.

In particolare, per la determinazione di K_f , viene utilizzata la relazione (4) dove L_p rappresenta il livello di pressione generato dall'onda primaria ricavato dall'analisi dello spettro della batteria degli air gun in base ai parametri di progetto.

Inoltre, al contributo delle onde direttamente provenienti dagli air gun, nel punto di stima può sommarsi quello delle onde riflesse dal fondale marino. Tale contributo aggiuntivo è stato determinato date le seguenti ipotesi:

- tutta l'energia acustica emessa dagli airgun è riflessa dal fondale marino (ossia il coefficiente di riflessione del fondale marino è stato considerato cautelativamente pari a 1);
- il fondale marino si comporta da corpo diffondente perfetto (la diffusione segue la legge del coseno di Lambert);

Facendo riferimento allo schema grafico della Figura 2.53, il contributo delle onde riflesse è stato determinato come segue.

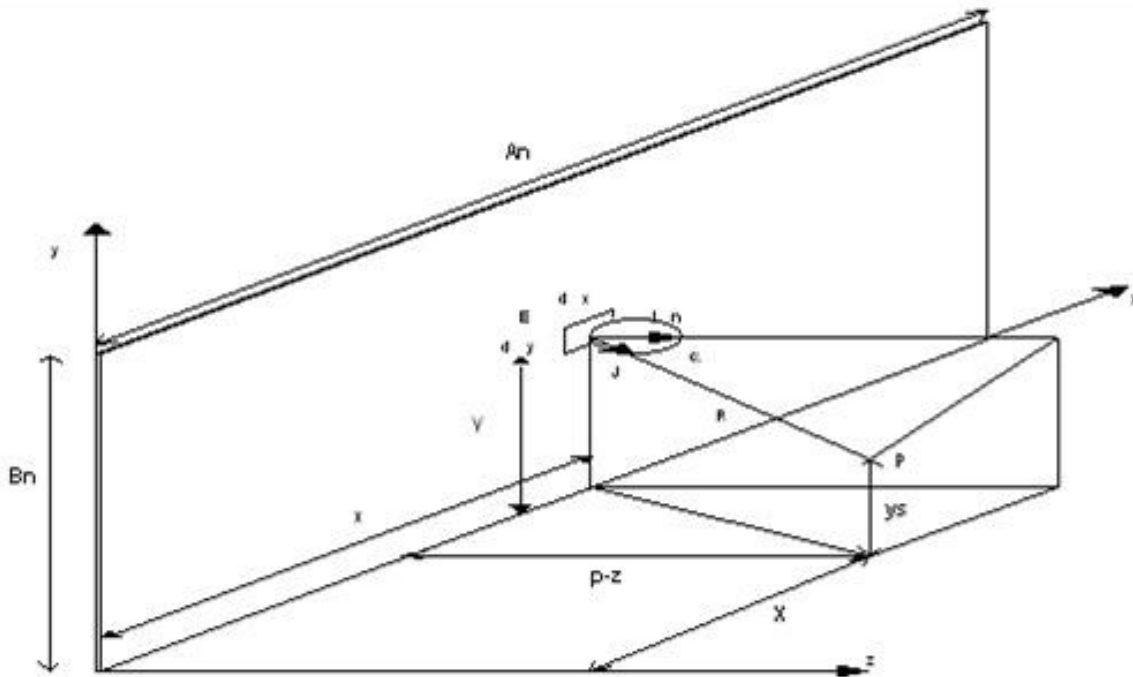


Figura 2.53 – Modellazione acustica delle onde riflesse.

In un punto P dello spazio, l'intensità acustica prodotta da un elemento infinitesimo E del fondale marino è pari a:

$$dJ = \frac{dJ_{\alpha}}{R^2} \quad (6)$$

Esprimendo **cosa** e **R²** in funzione delle coordinate di E e di P ed integrando su tutta la superficie del fondale, si ottiene il livello di pressione acustica **L_p** nel punto P dovuto al fondale:

$$L_p = L_w + 10 \cdot \log(K); \quad (7)$$

dove K risulta:

$$K = \frac{\arctan(B) + \arctan(D) - \arctan(A) - \arctan(C)}{\pi \cdot B_n \cdot A_n} \quad (8)$$

dove:

$$B = \frac{(B_n - y_s) \cdot x}{(p-z)\sqrt{x^2 + y_s^2} + (p-z)^2 + B_n^2 - 2B_n \cdot y_s} \quad (9)$$

$$D = \frac{(y_s) \cdot x}{(p-z)\sqrt{x^2 + y_s^2} + (p-z)^2} \quad (10)$$

$$A = \frac{(B_n - y_s) \cdot (x - An)}{(p - z) \sqrt{x^2 + y_s^2 + (p - z)^2 + B_n^2 + A_n^2 - 2A_n \cdot x - 2B_n \cdot y_s}} \quad (11)$$

$$C = \frac{(y_s) \cdot (x - An)}{(p - z) \sqrt{x^2 + y_s^2 + (p - z)^2 + A_n^2 - 2A_n \cdot x}} \quad (12)$$

Inoltre, una volta determinato il valore in dB del livello di pressione acustica nel punto di stima mediante le precedenti relazioni, è stato considerato il coefficiente di assorbimento del suono dell'acqua di mare, mediante la seguente nota relazione matematica:

$$\alpha = 3.3 \cdot 10^{-3} + \frac{0.11 \cdot f^2}{1 + f^2} + \frac{44 \cdot f^2}{4100 + f^2} + 3.0 \cdot 10^{-4} f^2 \quad (13)$$

dove α è il coefficiente di assorbimento e la sua unità di misura è dB/Km.

Analogamente alle tecniche impiegate nel campo dell'acustica per valutare l'effetto del rumore sull'uomo, sono note le funzioni di correlazione valide per alcuni gruppi di specie acquatiche in modo da tener conto della diversa "risposta acustica" di queste specie in funzione della frequenza. Il U.S. NOAA National Marine Fishery Agency (NMFS) in particolare ha sviluppato le seguenti funzioni denominate "M-weighting functions":

$$M = 20 \log_{10} \cdot \left[\frac{f_{high}^2 \cdot f^2}{(f_{low}^2 + f^2) \cdot (f_{high}^2 + f^2)} \right] \quad (14)$$

dove i valori di f_{low} e f_{high} sono riportati nella tabella seguente:

Gruppi	Banda di frequenza
<i>Cetacei che percepiscono le basse frequenze</i>	7 Hz - 22 kHz
<i>Cetacei che percepiscono le medie frequenze</i>	150 Hz - 160 kHz
<i>Cetacei che percepiscono le alte frequenze</i>	200 Hz - 180 kHz
<i>Pinnipedi in ambiente acquoso</i>	75 Hz - 75 kHz
<i>Pinnipedi in ambiente aereo</i>	75 Hz - 30 kHz

Pertanto, i livelli di pressione acustica determinati in base al modello matematico proposto, sono stati filtrati mediante le curve di ponderazione M al fine di

determinare un livello acustico che tenga conto della sensibilità dell'apparato recettivo delle suddette specie.

I mammiferi marini presenti nelle aree delle indagini

Di seguito si riportano le specie presenti regolarmente od occasionalmente nel Mare Adriatico suddivise, in base alle capacità uditive, in cetacei che percepiscono le basse (LF), medie (MF) ed alte (HI) frequenze.

Specie regolarmente presenti nei mari italiani		
Tipologie	Banda di frequenza	Gruppi
<i>Balaenoptera physalus</i>	7 Hz to 22 kHz	Cetacei che percepiscono le basse frequenze (LF)
<i>Physeter catodon, Ziphius cavirostris, Tursiops truncatus, Stenella coeruleoalba, Delphinus delphis, Grampus griseus e Globicephala melas</i>	150 Hz to 160 kHz	Cetacei che percepiscono le medie frequenze (MF)

2.3.4.2 Risultati del modello e previsione degli impatti

Per le attività di prospezione sono previsti due tipi di array, un array costituito da 16 airguns che verrà utilizzato nell'area del permesso di prospezione "d 1 B.P-.SP" in cui le profondità dei fondali variano tra i 50m e i 200m e un array costituito da 30 air gun che verrà utilizzato nell'area del permesso di prospezione "d 1 F.P-.SP" in cui le profondità dei fondali variano tra 50m ed i 1100m.

Nelle aree di indagine sono presenti regolarmente o occasionalmente tipologie di mammiferi marine di cui si conoscono le curve M-weighting functions; dall'analisi condotta emerge che le tipologie di mammiferi presenti nelle aree di indagine fanno parte del gruppo dei cetacei che percepiscono le basse e medie frequenze.

Area di prospezione d 1 B.P-.SP

Per l'area di prospezione d 1 B.P-.SP è stato progettato l'array costituito da 16 air gun le cui caratteristiche sono descritte nel Quadro di Riferimento Progettuale.

Nell'area esaminata sono state considerate i risultati dei modelli eseguiti lungo i tracciati teorici dei 73 profili sismici di programma.

Di seguito si riportano gli andamenti del livello di pressione acustica al variare della profondità della sorgente ed al variare della distanza y mantenendo costante x

($x=0$) condizione che prende in considerazione la situazione acustica peggiore in quanto più vicina all'origine delle due batterie di air gun.

Cetacei basse frequenze

Nelle seguenti figure (da Figura 2.54 a Figura 2.62) si riportano i grafici dell'andamento del livello di pressione acustica ponderata rispetto alle curve dei cetacei che percepiscono le basse frequenze.

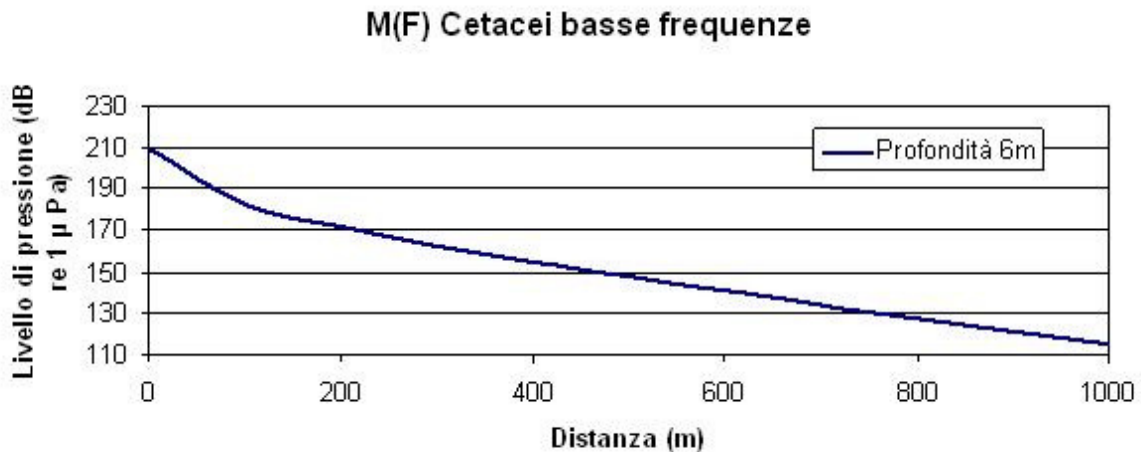


Figura 2.54 – Andamento del livello di pressione ponderato al variare della distanza dalla sorgente (y) per una profondità di 6 m.

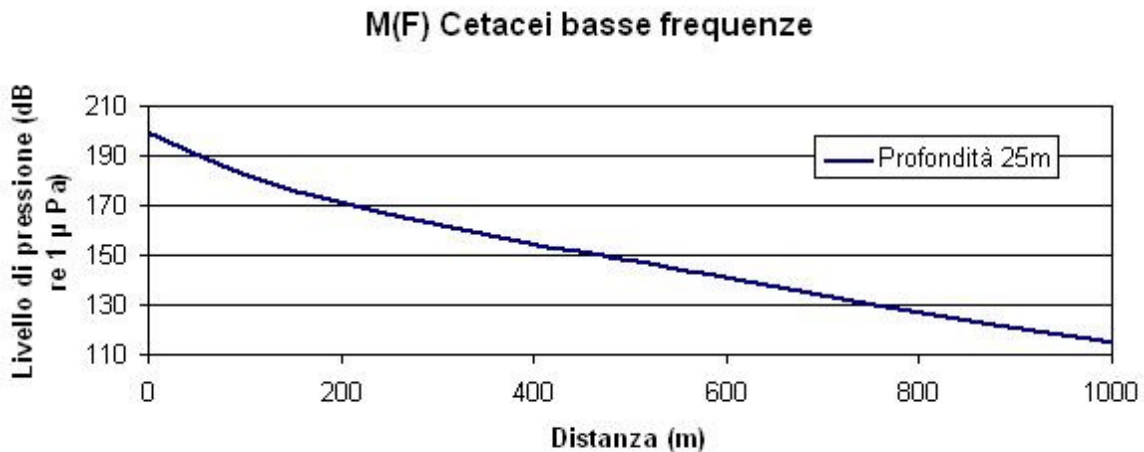


Figura 2.55 – Andamento del livello di pressione ponderato al variare della distanza dalla sorgente (y) per una profondità di 25 m.

M(F) Cetacei basse frequenze

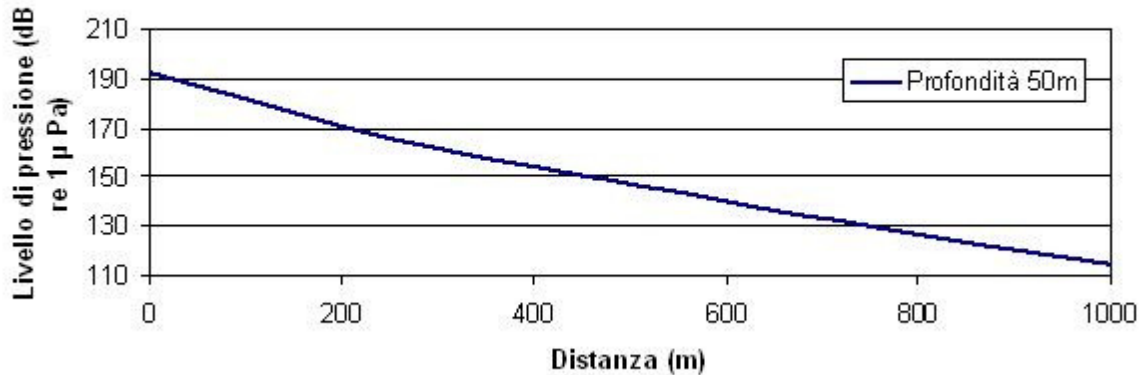


Figura 2.56 – Andamento del livello di pressione ponderato al variare della distanza dalla sorgente (y) per una profondità di 50 m.

M(F) Cetacei basse frequenze

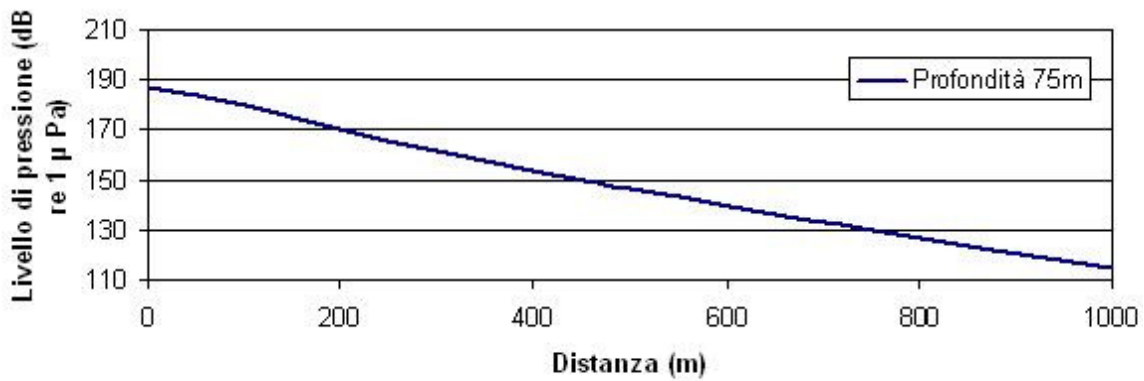


Figura 2.57 – Andamento del livello di pressione ponderato al variare della distanza dalla sorgente (y) per una profondità di 75 m.

M(F) Cetacei basse frequenze

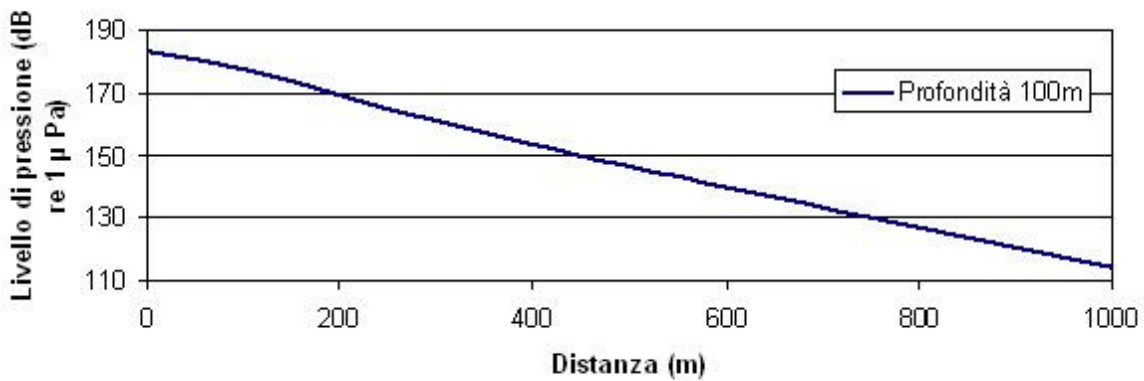


Figura 2.58 – Andamento del livello di pressione ponderato al variare della distanza dalla sorgente (y) per una profondità di 100 m.

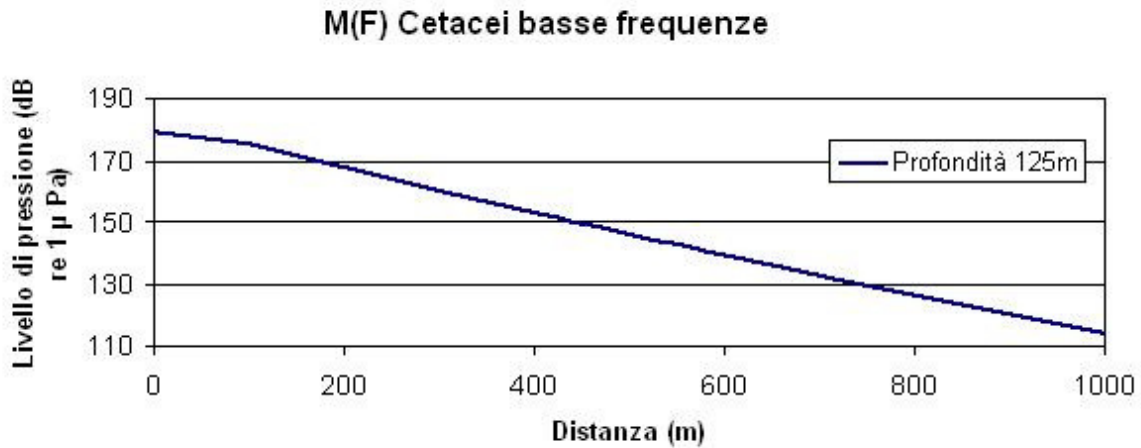


Figura 2.59 – Andamento del livello di pressione ponderato al variare della distanza dalla sorgente (y) per una profondità di 125 m.

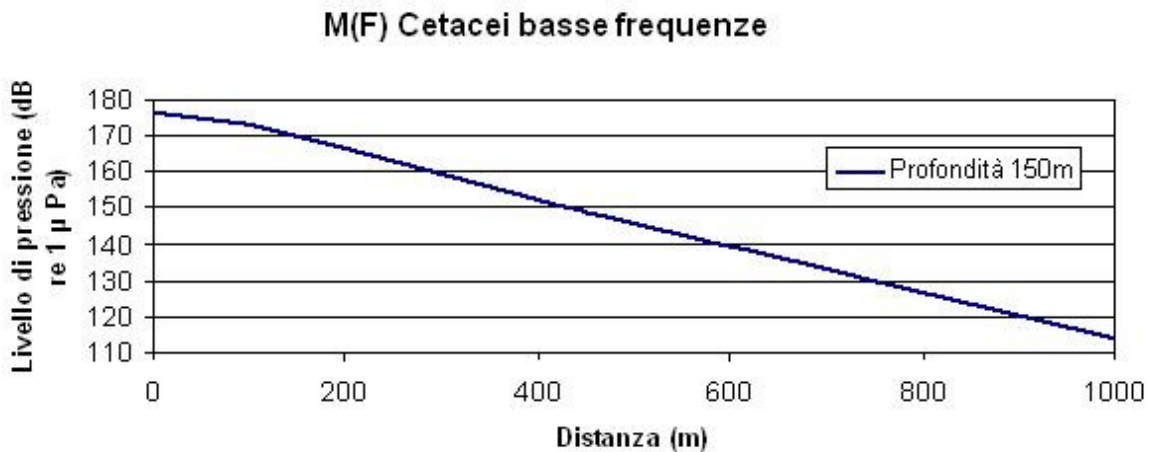


Figura 2.60 – Andamento del livello di pressione ponderato al variare della distanza dalla sorgente (y) per una profondità di 150 m.

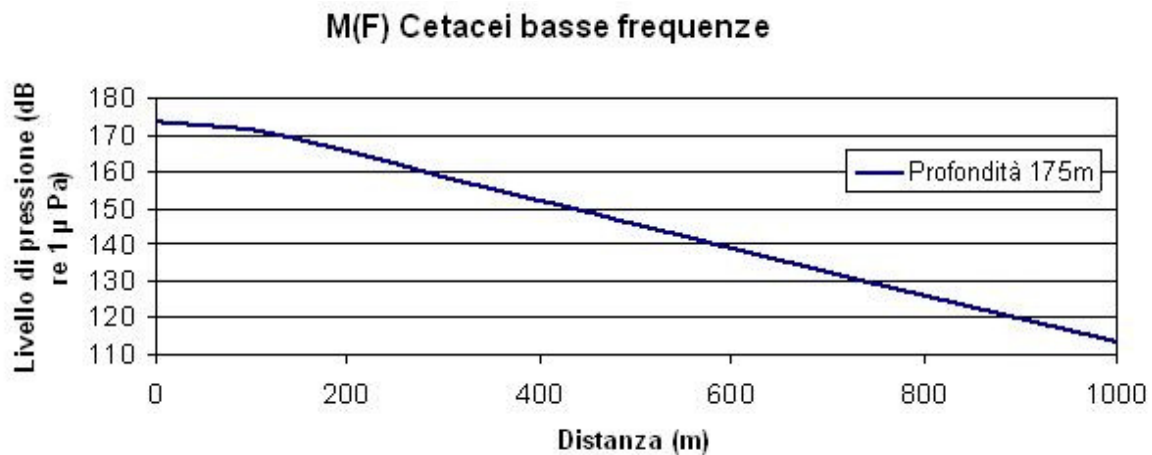


Figura 2.61 – Andamento del livello di pressione ponderato al variare della distanza dalla sorgente (y) per una profondità di 175 m.

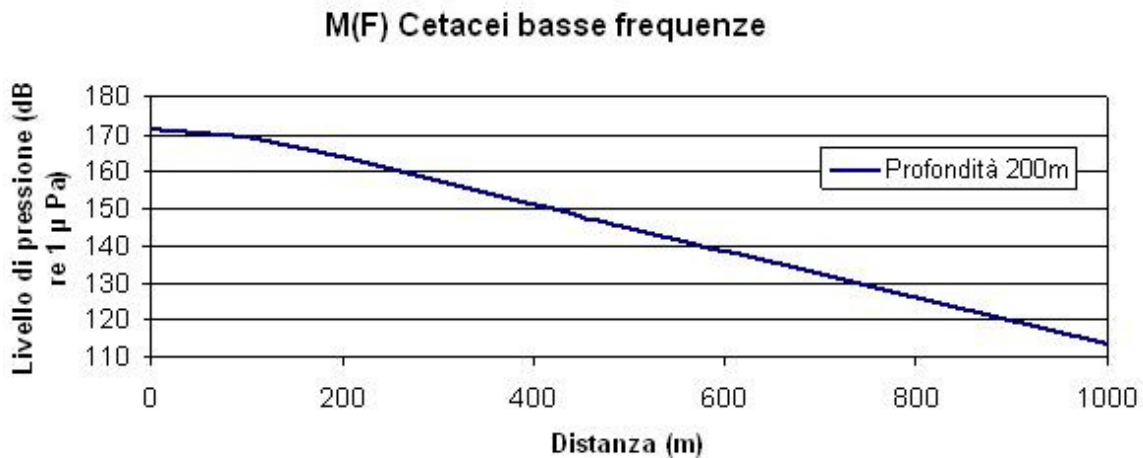


Figura 2.62 – Andamento del livello di pressione ponderato al variare della distanza dalla sorgente (y) per una profondità di 200 m.

Di seguito (Figura 2.63) si riporta l'andamento del livello di pressione sonora ponderato nel piano (y;z) per x=0 dove viene evidenziata l'area nella quale i livelli di pressione acustica superano i livelli di esposizione per i cetacei, assunti pari a 180 dB re µ Pa.

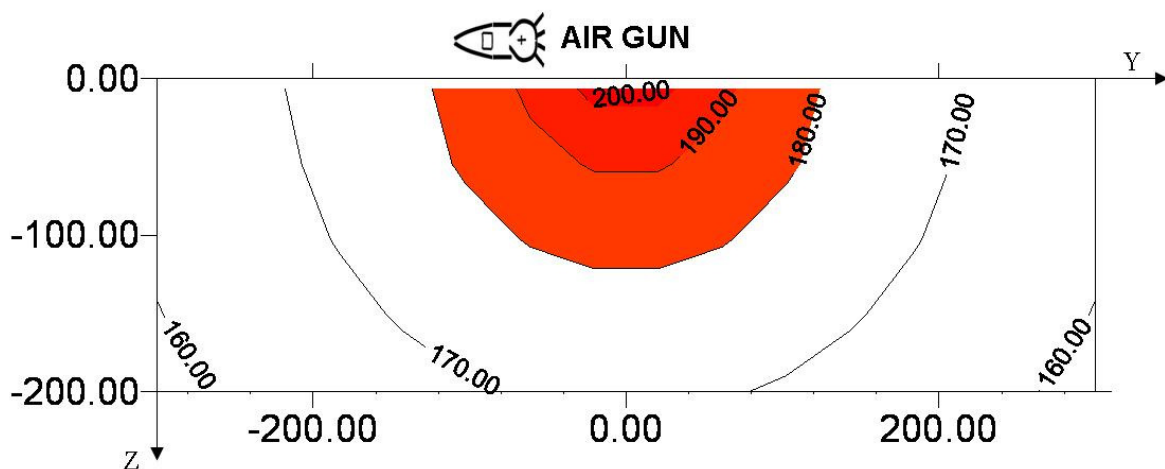


Figura 2.63 – Andamento del livello di pressione ponderato secondo la curva di percezione sonora di cetacei a basse frequenze nel piano (y;z) per x=0.

Il limite di esposizione dei cetacei è garantito per distanze superiori a 122 m. Di seguito (Figura 2.64) si riporta lo spettro acustico ad una distanza dall'array pari a 122 m in direzione y (z= 6m) a cui corrisponde un livello acustico ponderato pari a 180 dB.

Spettro acustico ponderato alla distanza di 122 m - Cetacei che percepiscono le basse frequenze

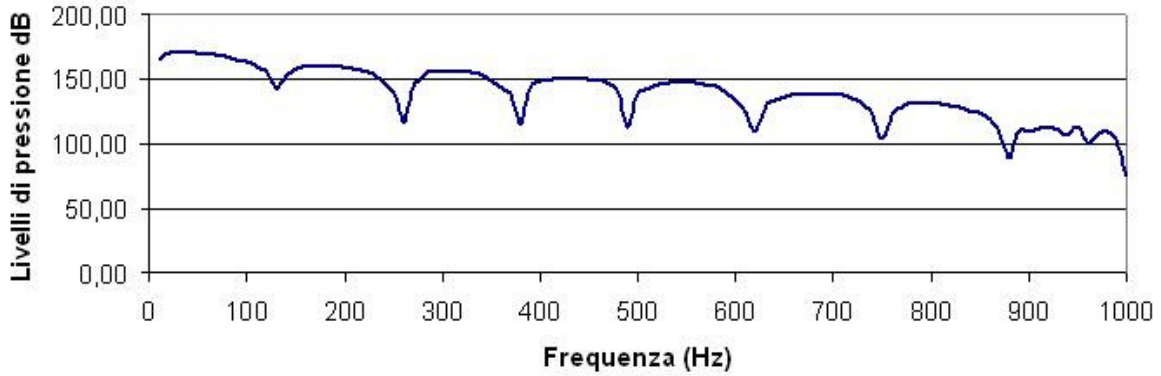


Figura 2.64 – Spettro acustico ponderato secondo la curva di percezione sonora di cetacei a basse frequenze alla distanza pari a 122m in direzione y (z= 6m).

Cetacei medie frequenze

Di seguito (da Figura 2.65 a Figura 2.73) si riportano i grafici dell’andamento del livello di pressione acustica ponderata rispetto alle curve dei cetacei che percepiscono le medie frequenze.

M(F) Cetacei medie frequenze

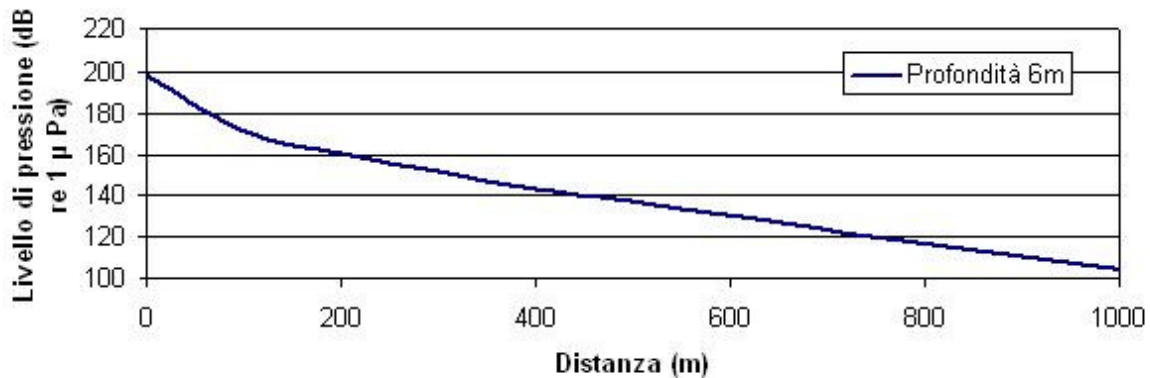


Figura 2.65 – Andamento del livello di pressione ponderato al variare della distanza dalla sorgente (y) per una profondità di 6 m.

M(F) Cetacei medie frequenze

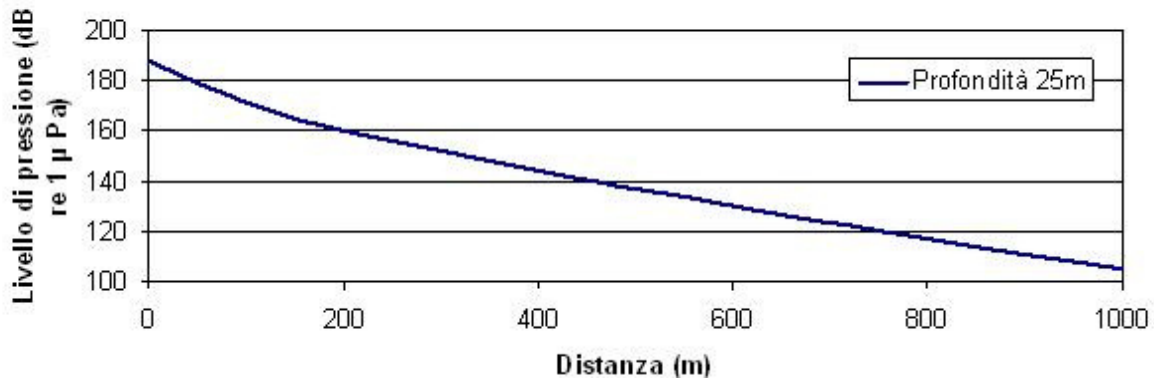


Figura 2.66 – Andamento del livello di pressione ponderato al variare della distanza dalla sorgente (y) per una profondità di 25 m.

M(F) Cetacei medie frequenze

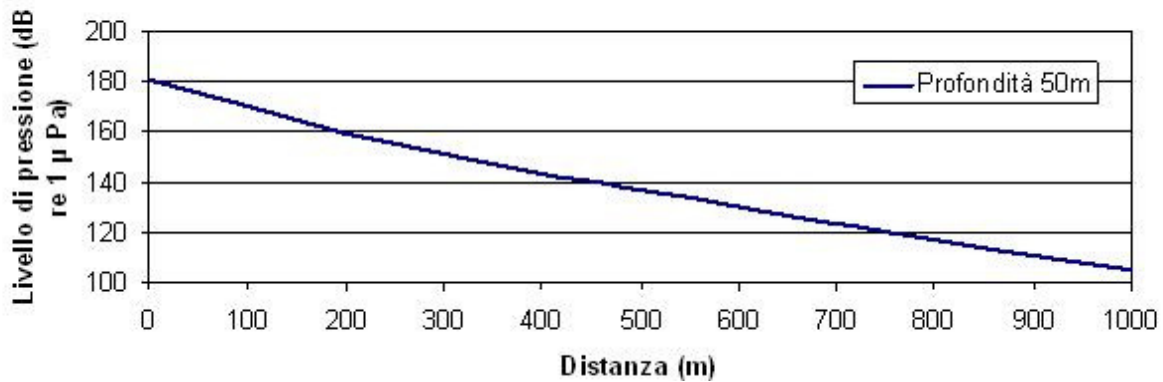


Figura 2.67 – Andamento del livello di pressione ponderato al variare della distanza dalla sorgente (y) per una profondità di 50 m.

M(F) Cetacei medie frequenze

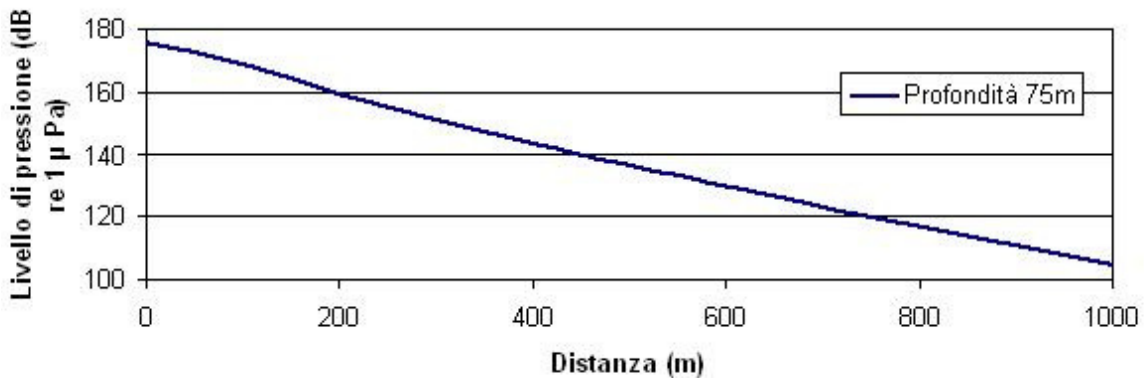


Figura 2.68 – Andamento del livello di pressione ponderato al variare della distanza dalla sorgente (y) per una profondità di 75 m.

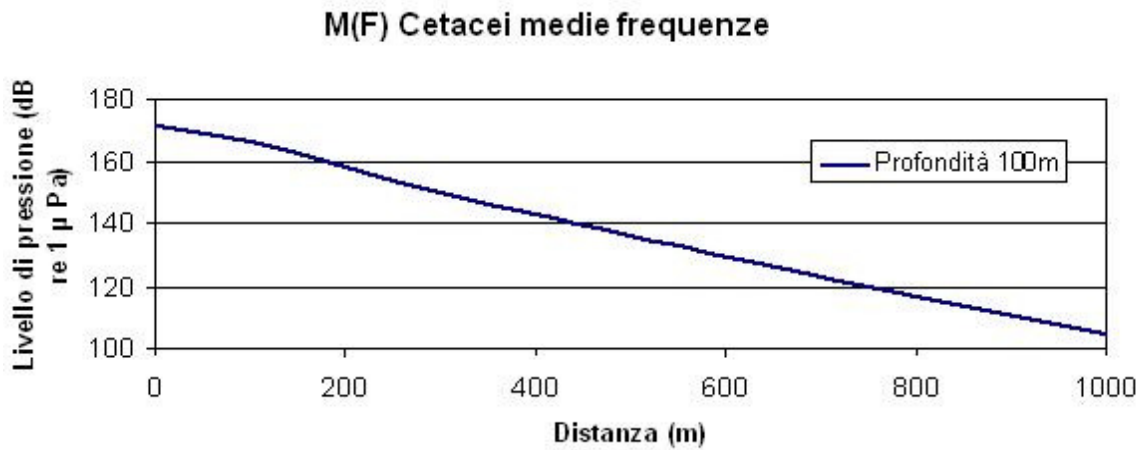


Figura 2.69 – Andamento del livello di pressione ponderato al variare della distanza dalla sorgente (y) per una profondità di 100 m.

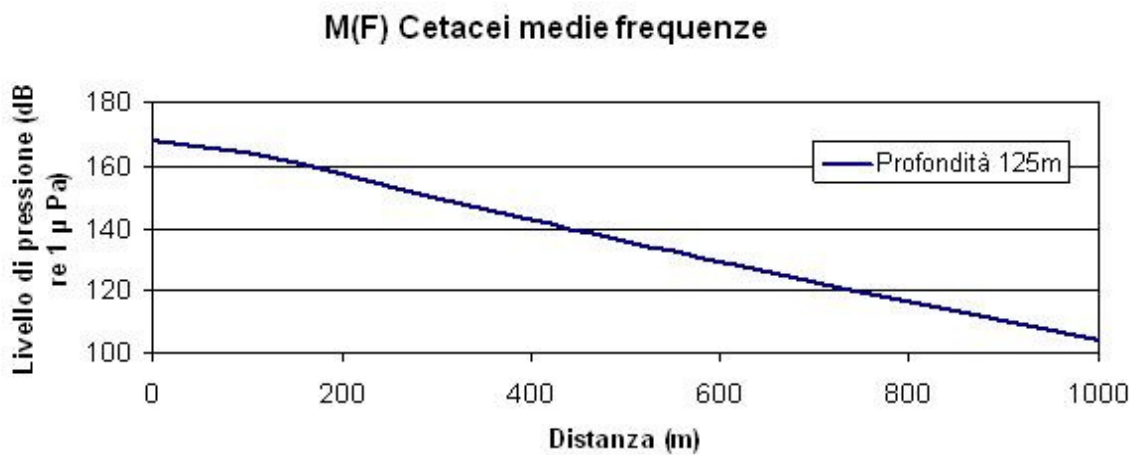


Figura 2.70 – Andamento del livello di pressione ponderato al variare della distanza dalla sorgente (y) per una profondità di 125 m.

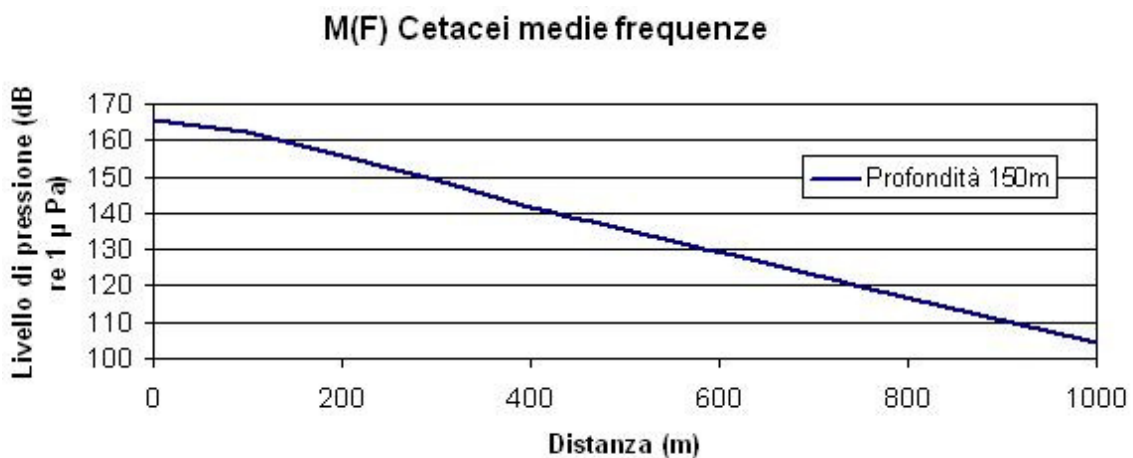


Figura 2.71 – Andamento del livello di pressione ponderato al variare della distanza dalla sorgente (y) per una profondità di 150 m.

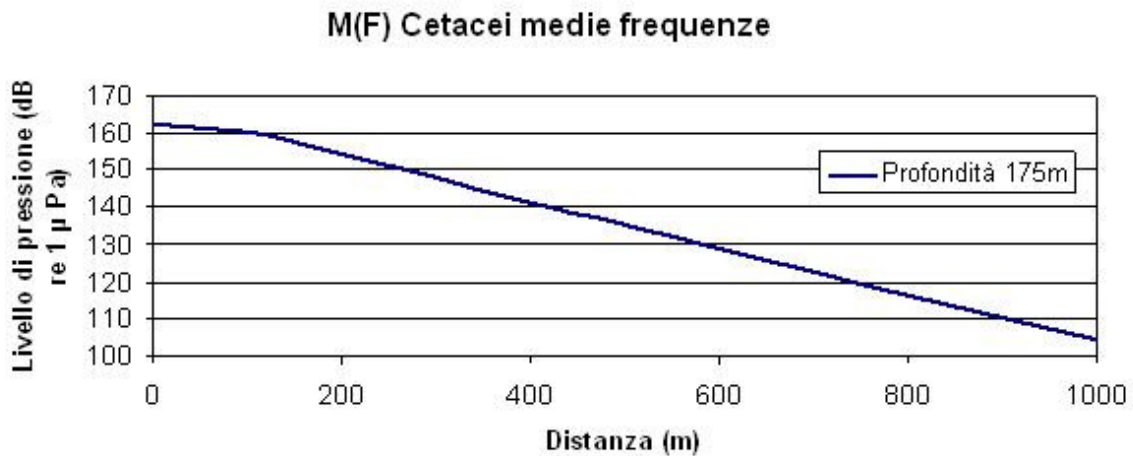


Figura 2.72 – Andamento del livello di pressione ponderato al variare della distanza dalla sorgente (y) per una profondità di 175 m.

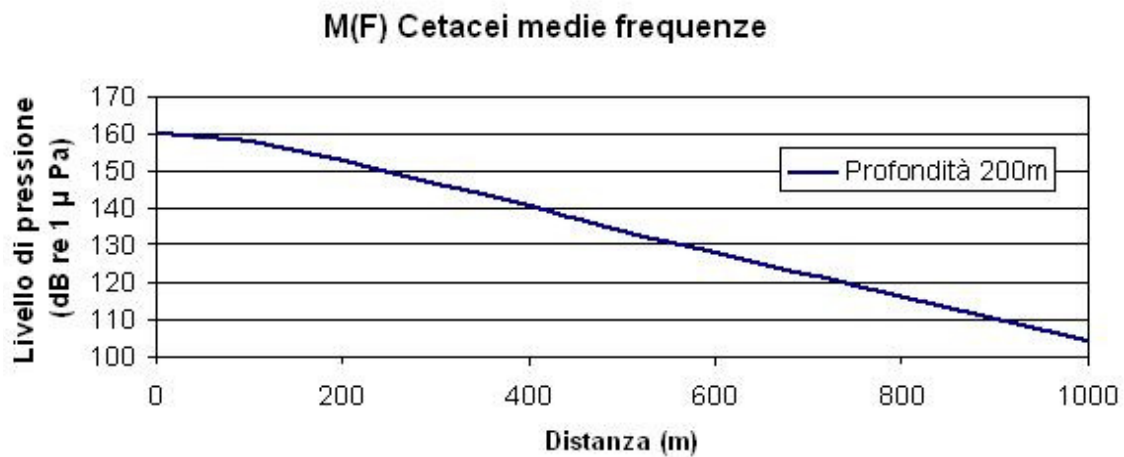


Figura 2.73 – Andamento del livello di pressione ponderato al variare della distanza dalla sorgente (y) per una profondità di 200 m.

Di seguito (Figura 2.74) si riporta l'andamento del livello di pressione sonora ponderato nel piano (y;z) per $x=0$ dove viene evidenziata l'area nella quale i livelli di pressione acustica superano i livelli di esposizione per i cetacei assunti pari a 180 dB re μ Pa.

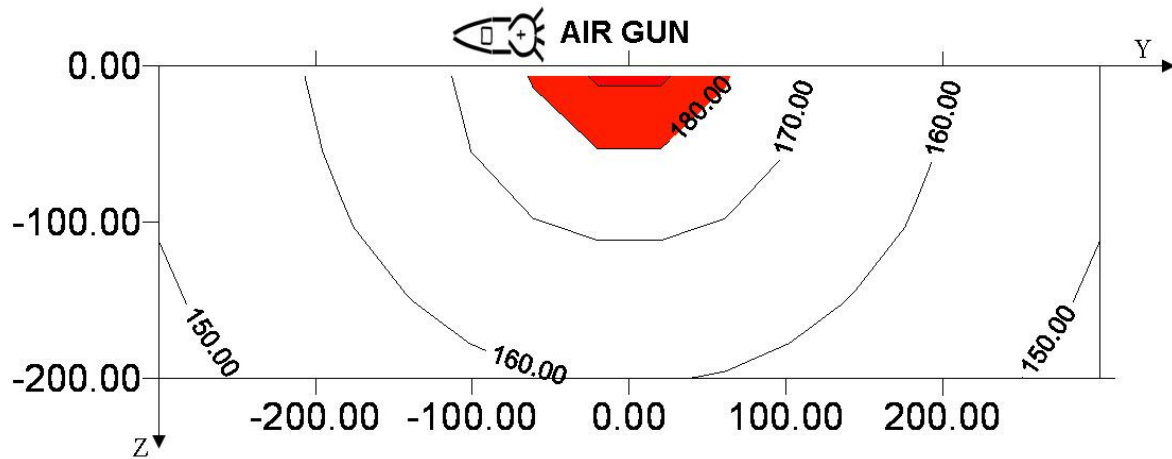


Figura 2.74 – Andamento del livello di pressione ponderato secondo la curva di percezione sonora di cetacei a medie frequenze nel piano (y;z) per x=0.

Il limite di esposizione dei cetacei è garantito per distanze superiori a 54 m. Di seguito (Figura 2.75) si riporta lo spettro acustico ad una distanza dall'array pari a 54 m in direzione y (z= 6m) a cui corrisponde un livello acustico ponderato pari a 180 dB.

Spettro acustico ponderato alla distanza di 54 m - Cetacei che percepiscono le medie frequenze

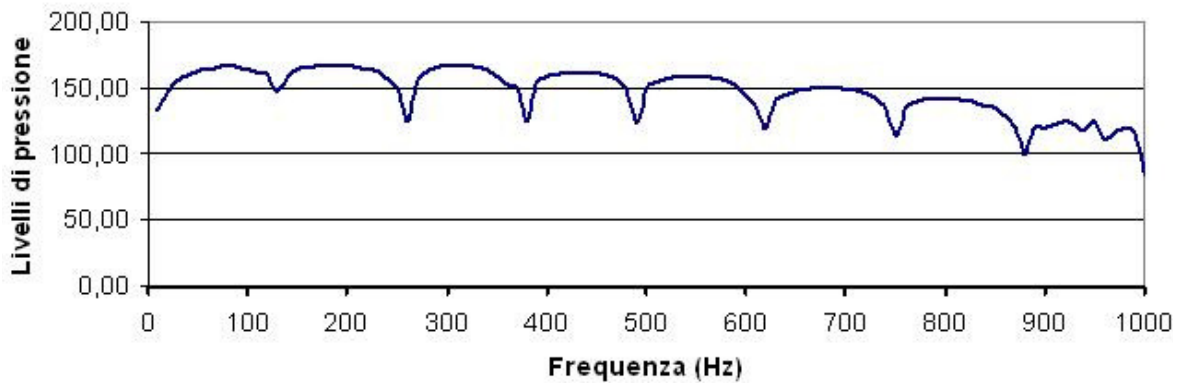


Figura 2.75 – Spettro acustico ponderato secondo la curva di percezione sonora di cetacei a medie frequenze alla distanza pari a 54 m in direzione y (z= 6m).

Area di prospezione d 1 F.P.-SP

Per l'area di prospezione d 1 F.P.-SP è stato progettato l'array costituito da 30 air gun le cui caratteristiche sono descritte nel Quadro di Riferimento Progettuale.

Nell'area esaminata sono state considerate i risultati dei modelli eseguiti lungo i tracciati teorici dei 47 profili sismici di programma.

Di seguito si riportano gli andamenti del livello di pressione acustica al variare della profondità della sorgente ed al variare della distanza y mantenendo costante x ($x=0$) condizione che prende in considerazione la situazione acustica peggiore in quanto più vicina all'origine delle due batterie di air gun.

Cetacei basse frequenze

Di seguito (da Figura 2.76 a Figura 2.84) si riportano i grafici dell'andamento del livello di pressione acustica ponderata rispetto alle curve dei cetacei che percepiscono le basse frequenze.

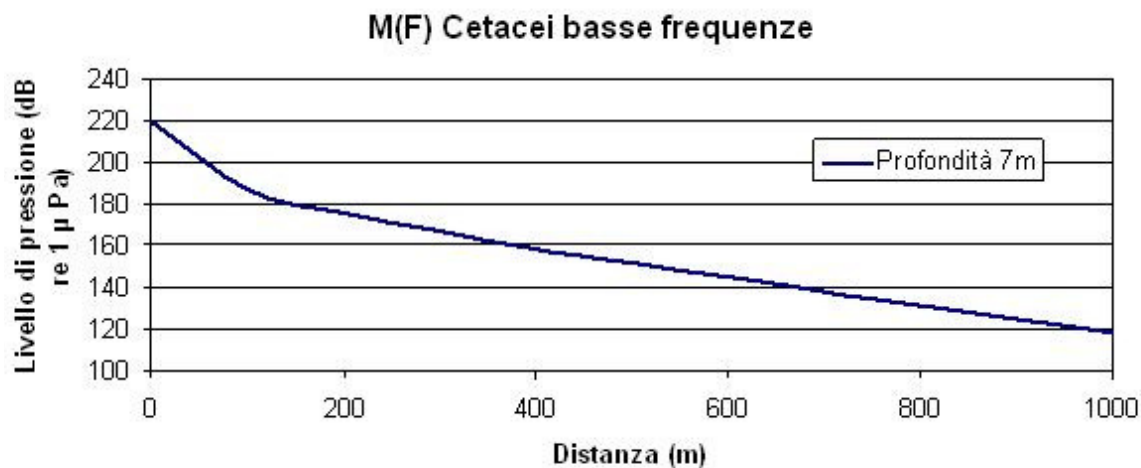


Figura 2.76 – Andamento del livello di pressione ponderato al variare della distanza dalla sorgente (y) per una profondità di 7 m.

M(F) Cetacei basse frequenze

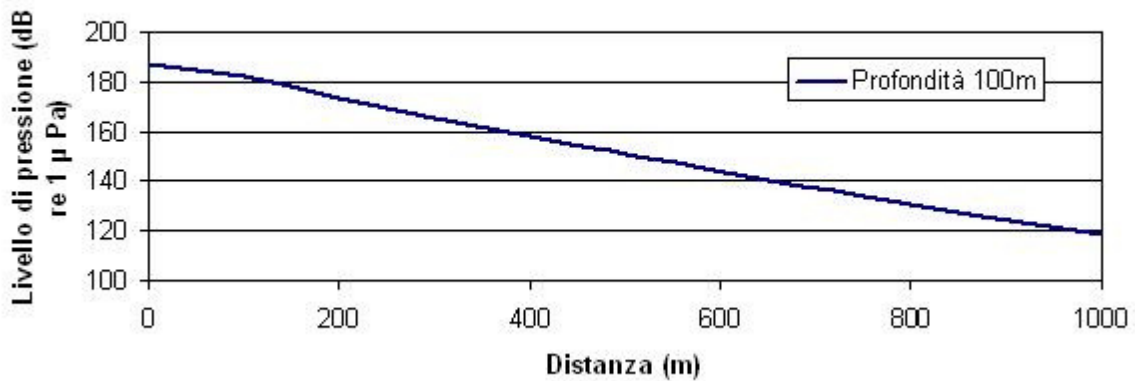


Figura 2.77 – Andamento del livello di pressione ponderato al variare della distanza dalla sorgente (y) per una profondità di 100 m.

M(F) Cetacei basse frequenze

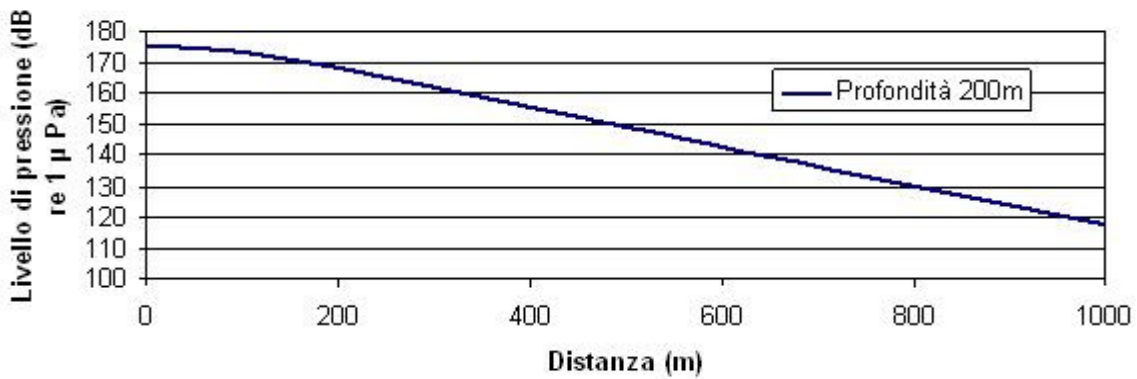


Figura 2.78 – Andamento del livello di pressione ponderato al variare della distanza dalla sorgente (y) per una profondità di 200 m.

M(F) Cetacei basse frequenze

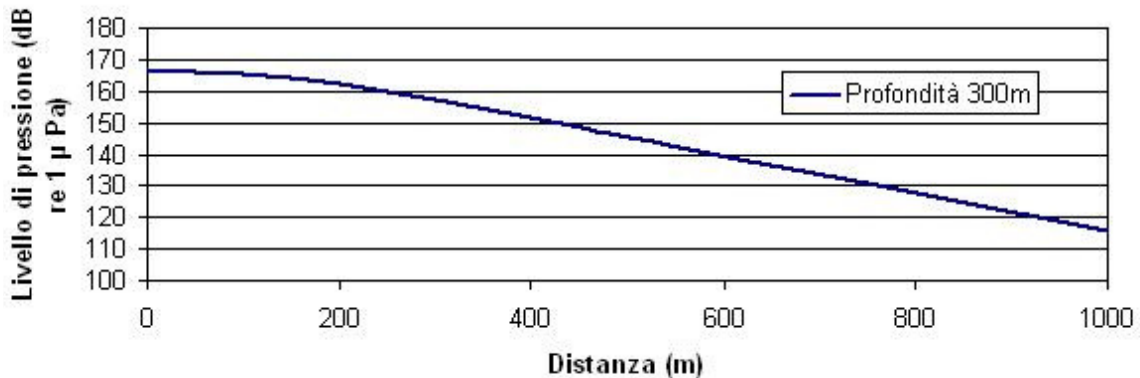


Figura 2.79 – Andamento del livello di pressione ponderato al variare della distanza dalla sorgente (y) per una profondità di 300 m.

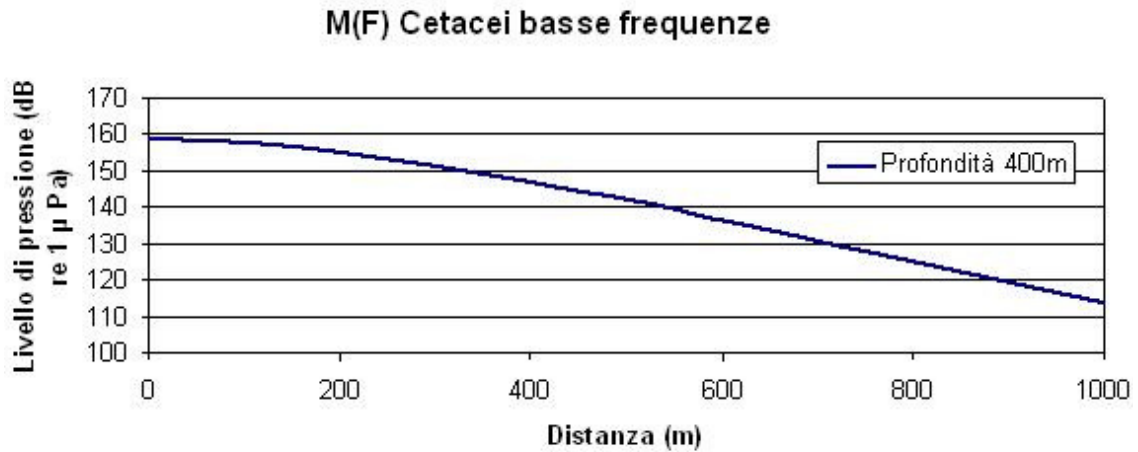


Figura 2.80 – Andamento del livello di pressione ponderato al variare della distanza dalla sorgente (y) per una profondità di 400 m.

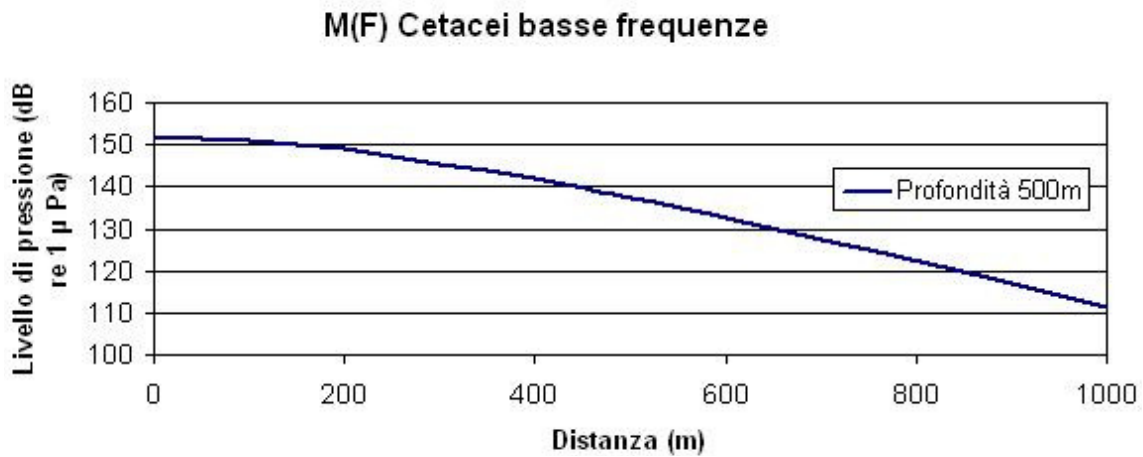


Figura 2.81 – Andamento del livello di pressione ponderato al variare della distanza dalla sorgente (y) per una profondità di 500 m.

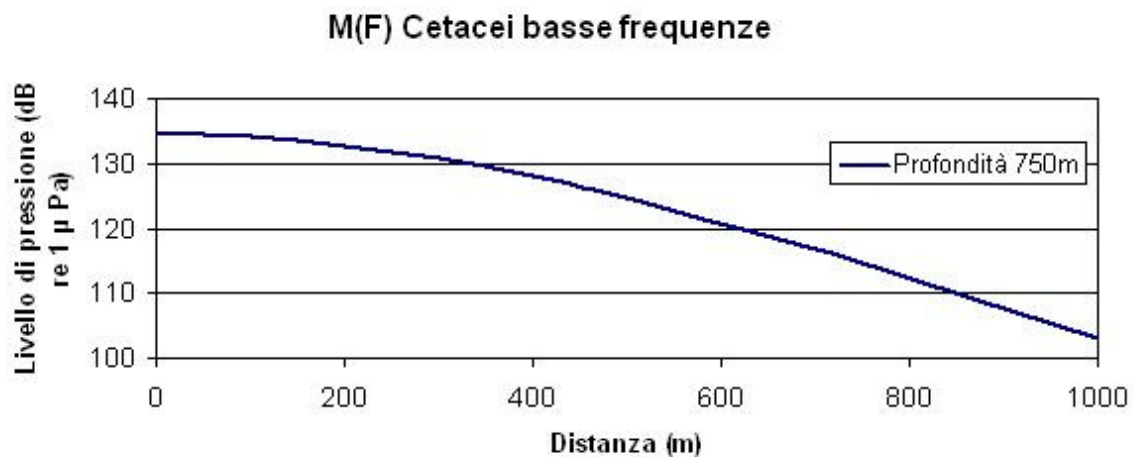


Figura 2.82 – Andamento del livello di pressione ponderato al variare della distanza dalla sorgente (y) per una profondità di 750 m.

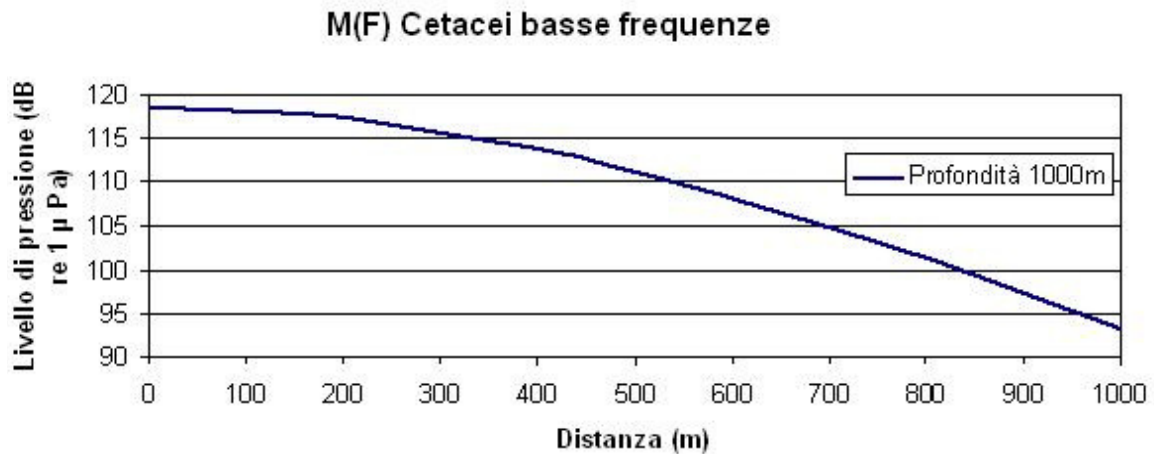


Figura 2.83 – Andamento del livello di pressione ponderato al variare della distanza dalla sorgente (y) per una profondità di 1000 m.

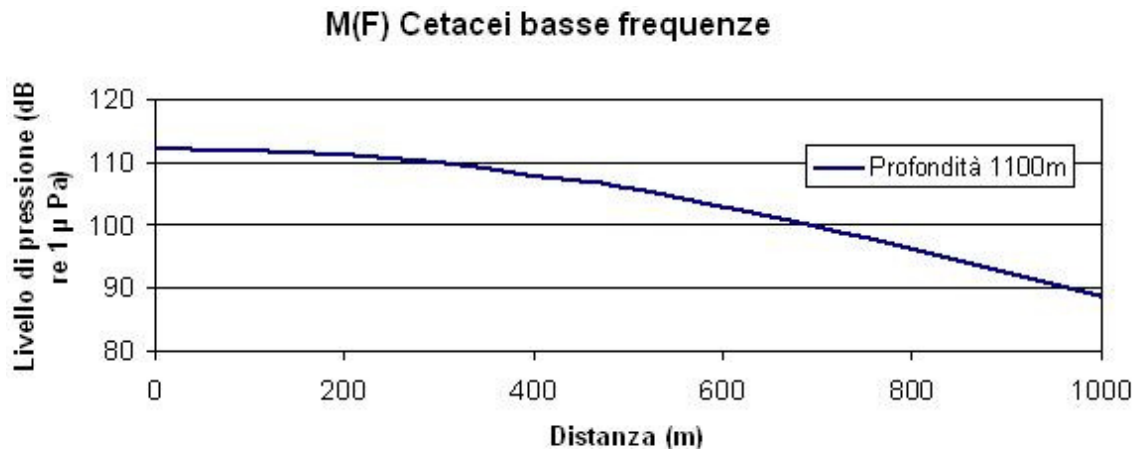


Figura 2.84 – Andamento del livello di pressione ponderato al variare della distanza dalla sorgente (y) per una profondità di 1000 m.

Di seguito (Figura 2.85) si riporta l'andamento del livello di pressione sonora ponderato nel piano (y;z) per $x=0$ dove viene evidenziata l'area nella quale i livelli di pressione acustica superano i livelli di esposizione per i cetacei pari a 180 dB re μ Pa.

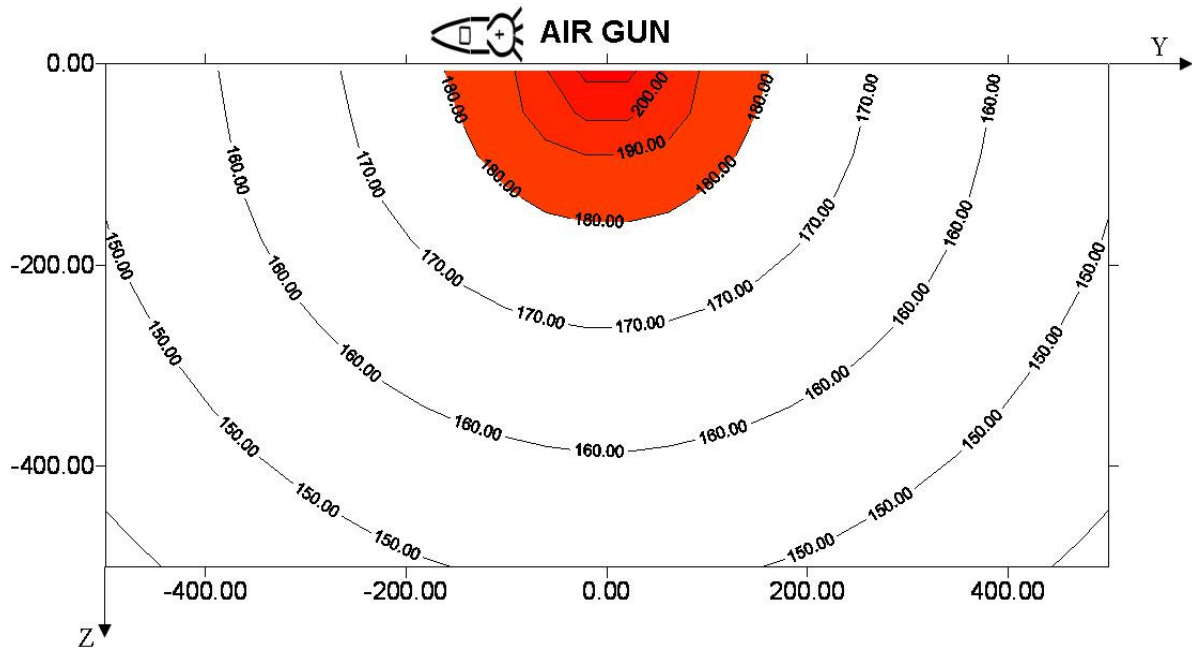


Figura 2.85 – Andamento del livello di pressione ponderato secondo la curva di percezione sonora di cetacei a basse frequenze nel piano (y;z) per x=0.

Il limite di esposizione dei cetacei è garantito per distanze superiori a 160 m. Di seguito (Figura 2.86) si riporta lo spettro acustico ad una distanza dall’array pari a 160 m in direzione y (z= 7m) a cui corrisponde un livello acustico ponderato assunto pari a 180 dB.

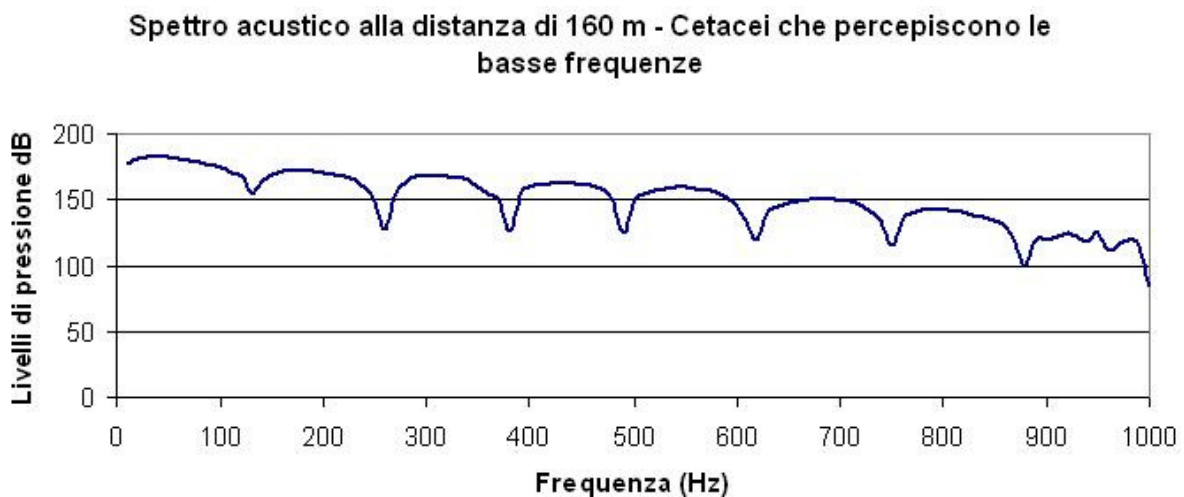


Figura 2.86 – Spettro acustico ponderato secondo la curva di percezione sonora di cetacei a basse frequenze alla distanza pari a 160 m in direzione y (z= 6m).

Cetacei medie frequenze

Di seguito (da Figura 2.87 a Figura 2.95) si riportano i grafici dell'andamento del livello di pressione acustica ponderata rispetto alle curve dei cetacei che percepiscono le medie frequenze.

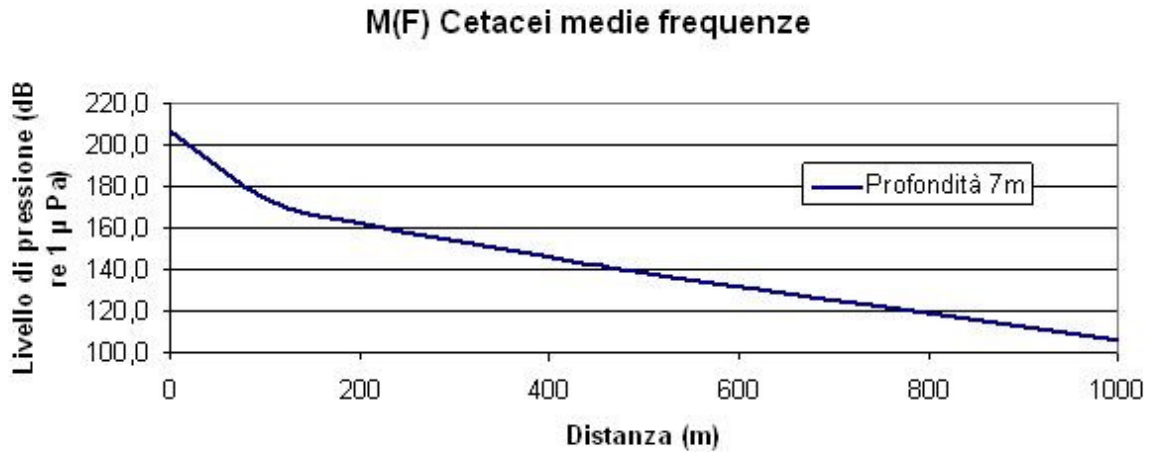


Figura 2.87 – Andamento del livello di pressione ponderato al variare della distanza dalla sorgente (y) per una profondità di 7 m.

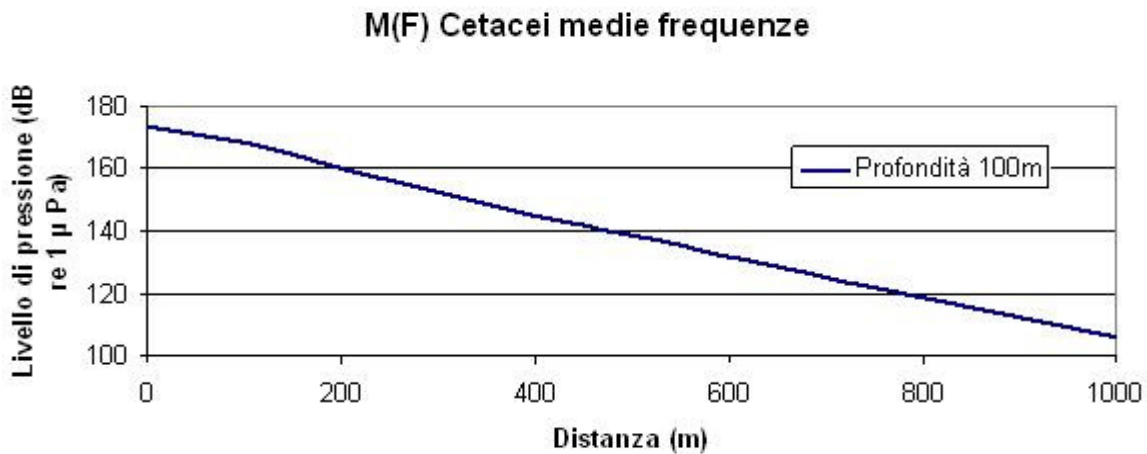


Figura 2.88 – Andamento del livello di pressione ponderato al variare della distanza dalla sorgente (y) per una profondità di 100 m.

M(F) Cetacei medie frequenze

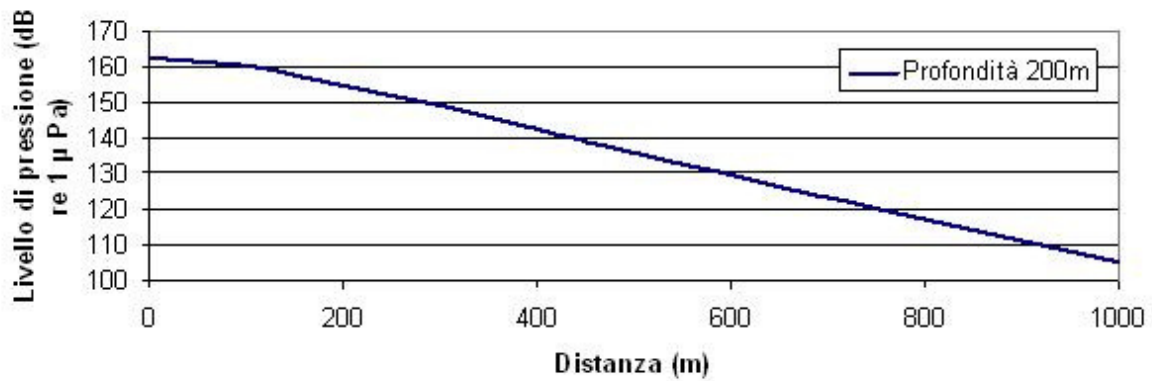


Figura 2.89 – Andamento del livello di pressione ponderato al variare della distanza dalla sorgente (y) per una profondità di 200 m.

M(F) Cetacei medie frequenze

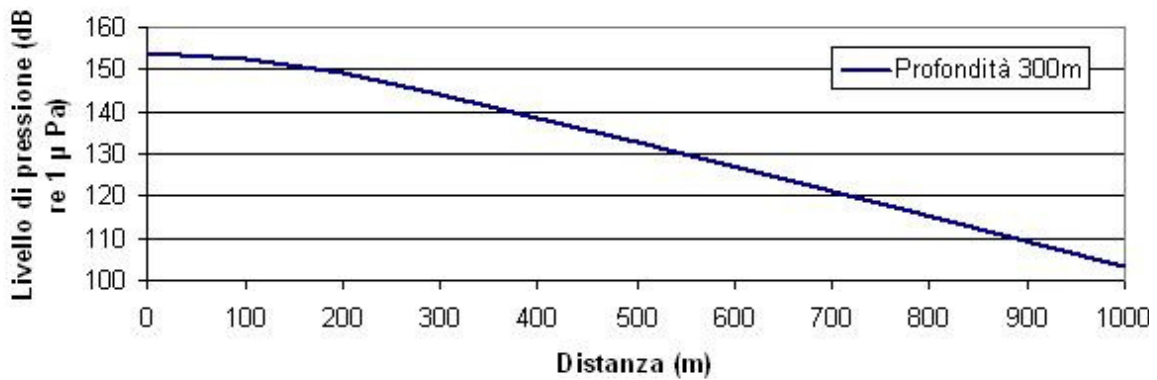


Figura 2.90 – Andamento del livello di pressione ponderato al variare della distanza dalla sorgente (y) per una profondità di 300 m.

M(F) Cetacei medie frequenze

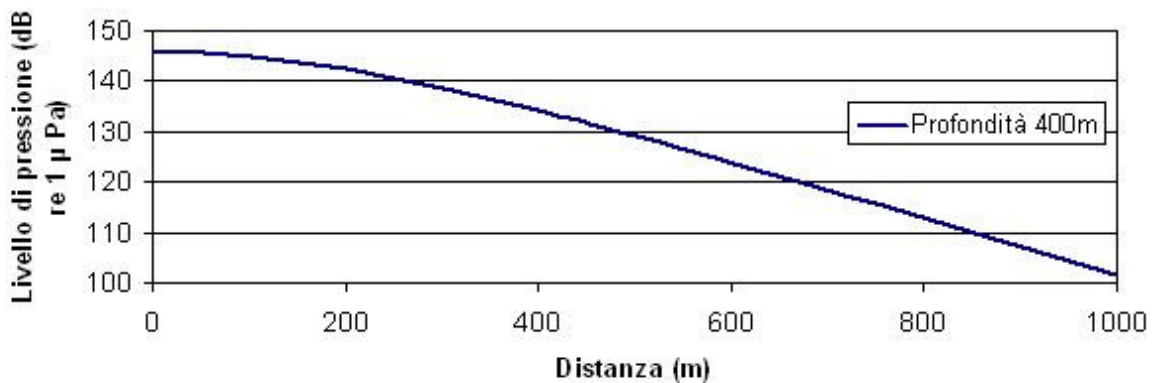


Figura 2.91 – Andamento del livello di pressione ponderato al variare della distanza dalla sorgente (y) per una profondità di 400 m.

M(F) Cetacei medie frequenze

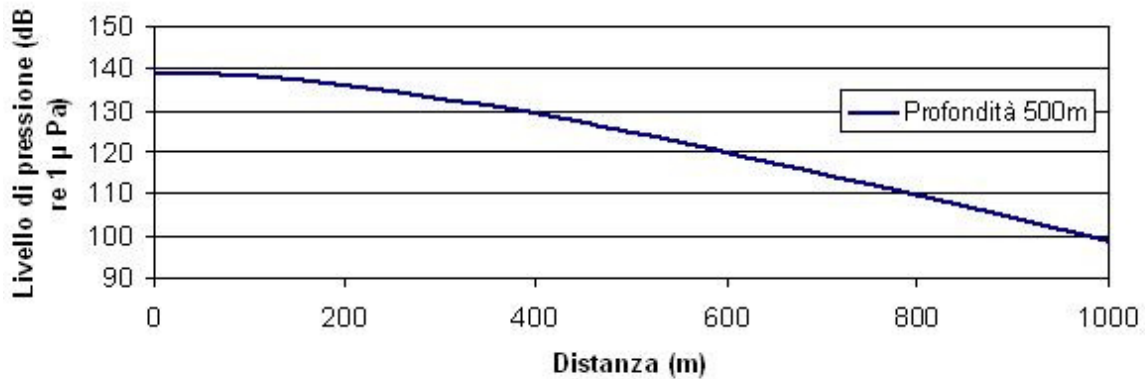


Figura 2.92 – Andamento del livello di pressione ponderato al variare della distanza dalla sorgente (y) per una profondità di 500 m.

M(F) Cetacei medie frequenze

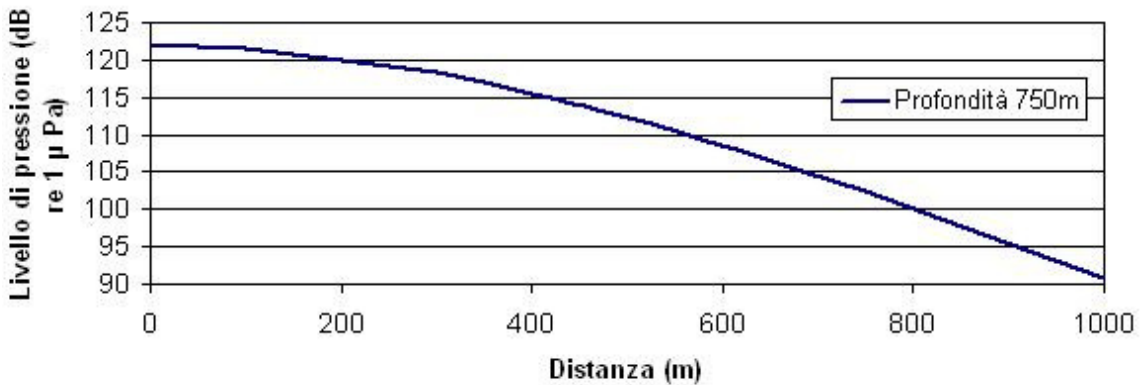


Figura 2.93 – Andamento del livello di pressione ponderato al variare della distanza dalla sorgente (y) per una profondità di 750 m.

M(F) Cetacei medie frequenze

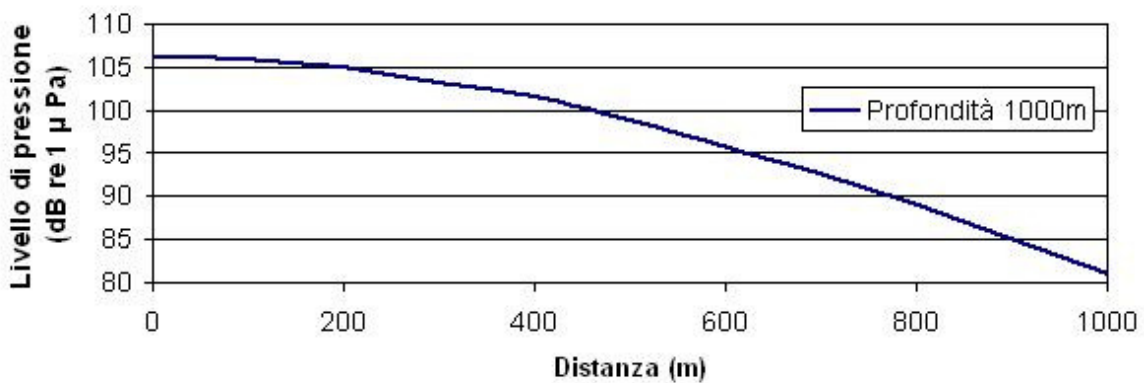


Figura 2.94 – Andamento del livello di pressione ponderato al variare della distanza dalla sorgente (y) per una profondità di 1000 m.

M(F) Cetacei medie frequenze

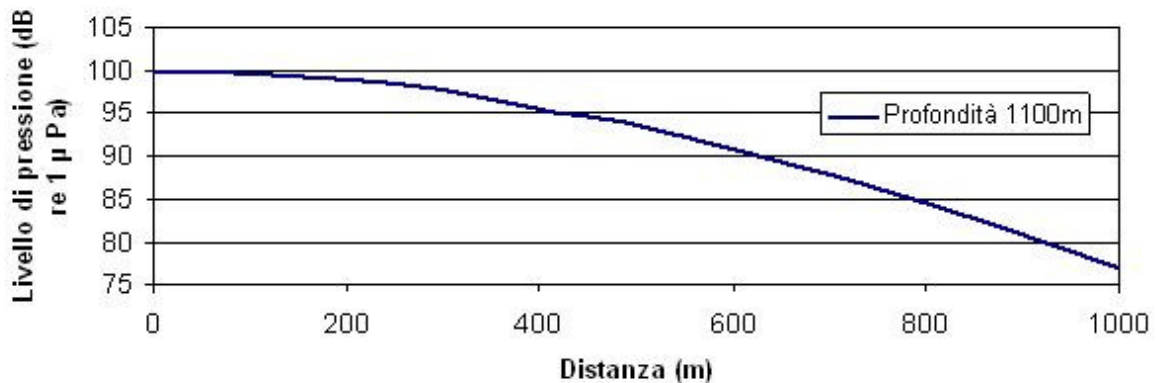


Figura 2.95 – Andamento del livello di pressione ponderato al variare della distanza dalla sorgente (y) per una profondità di 1100 m.

Di seguito (Figura 2.96) si riporta l'andamento del livello di pressione sonora ponderato nel piano (y;z) per x=0 dove viene evidenziata l'area nella quale i livelli di pressione acustica superano i livelli di esposizione per i cetacei assunto pari a 180 dB re µ Pa.

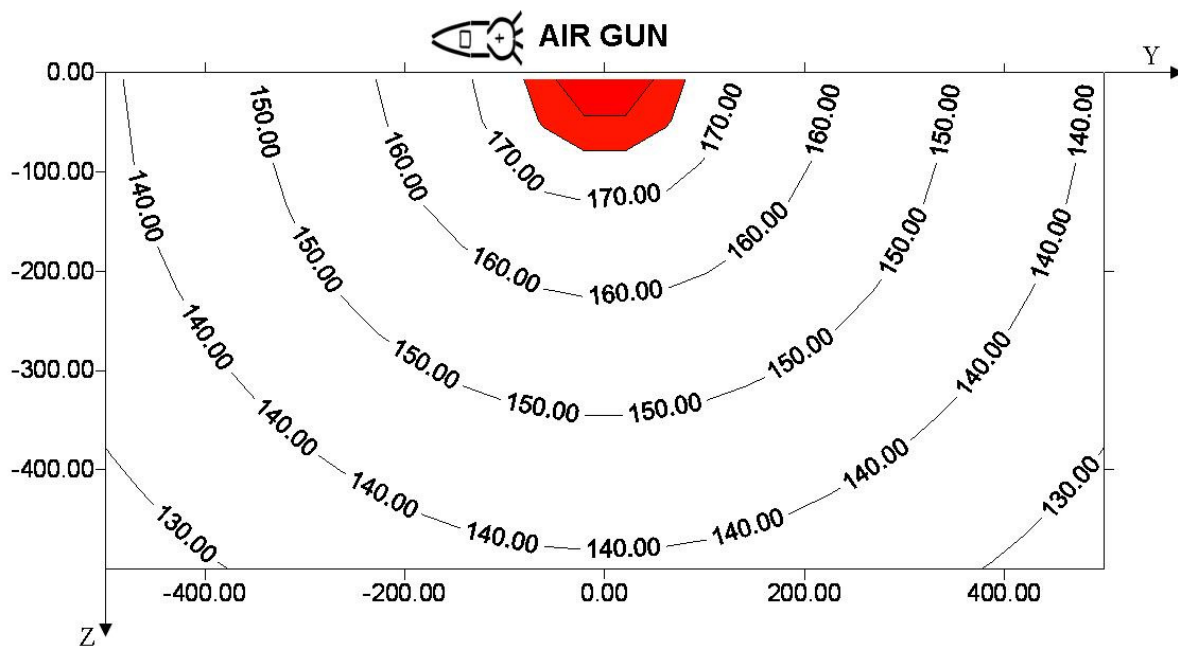


Figura 2.96 – Andamento del livello di pressione ponderato secondo la curva di percezione sonora di cetacei a medie frequenze nel piano (y;z) per x=0.

Il limite di esposizione dei cetacei è garantito per distanze superiori a 65 m. Di seguito (Figura 2.97) si riporta lo spettro acustico ad una distanza dall'array pari a

65 m in direzione y ($z = 7\text{m}$) a cui corrisponde un livello acustico ponderato pari a 180 dB limite di esposizione dei cetacei.

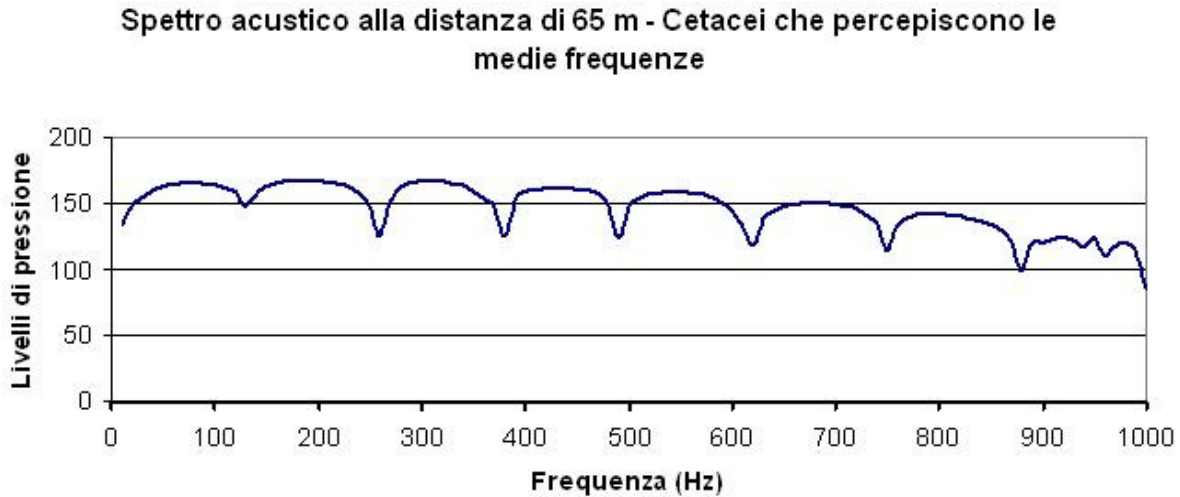


Figura 2.97 – Spettro acustico ponderato secondo la curva di percezione sonora di cetacei a medie frequenze alla distanza pari a 65 m in direzione y ($z = 6\text{m}$).

2.3.4.3 Risultati dell'applicazione del modello

Dallo studio effettuato, considerando la distribuzione dei livelli acustici sottomarini indotti dagli air gun nelle ipotesi più cautelative, le curve di ponderazione delle risposte acustiche dei mammiferi marini, i limiti di esposizione di questi ultimi, emerge che:

- **per la configurazione a 16 air gun utilizzata per l'area del permesso di prospezione "d 1 B.P.-SP" il limite di esposizione dei cetacei che percepiscono le basse frequenze è garantito per distanze superiori a 122 m, mentre il limite di esposizione dei cetacei che percepiscono le medie frequenze è garantito per distanze superiori a 54m;**
- **per la configurazione a 30 air gun utilizzata presso l'area del permesso di prospezione "d 1 F.P.-SP" il limite di esposizione dei cetacei che percepiscono le basse frequenze è garantito per distanze superiori a 160 m, mentre il limite di esposizione dei cetacei che percepiscono le medie frequenze è garantito per distanze superiori a 65m.**

Per la mitigazione dei potenziali impatti sui mammiferi marini verranno adottate le misure di mitigazione proposte dal Joint Nature Conservation Committee e dalla

Agreement on the Conservation of Cetaceans in the Black Sea Mediterranean Sea and Contiguous Atlantic Area (ACCOBAMS), descritte in dettaglio nel Quadro di Riferimento Progettuale.

Le misure di mitigazione che verranno adottate per le indagini geofisiche in progetto hanno lo scopo cautelativo di assicurare, prima dell'inizio delle operazioni di acquisizione, l'assenza di cetacei in un raggio di 500 m dalla nave, distanza più ampia rispetto ai 160 m calcolati dal modello nel caso più conservativo o di attendere, laddove ne fosse registrata la presenza, l'allontanamento spontaneo in condizioni di sicurezza.

2.3.5 Salute pubblica

Non è riscontrabile un rapporto causa-effetto tra le azioni di progetto e la componente ambientale in quanto le indagini saranno effettuate nel Mare Adriatico centrale e meridionale ad oltre 12 miglia marine dalle coste delle regioni Emilia Romagna, Marche, Abruzzo, Molise, Puglia. La popolazione non è pertanto esposta ad alcuna potenziale interferenza in grado di determinare effetti sullo stato della salute umana.

2.3.6 Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti

Le attività di progetto non determinano emissioni di radiazioni ionizzanti e/o non ionizzanti. Non sono pertanto riscontrabili interazioni tra le attività in progetto e la componente.

2.3.7 Paesaggio

In relazione alle caratteristiche del paesaggio ed agli ambiti di tutela paesaggistica definiti nel D.Lgs. 42/2004 e s.m.i relativi al paesaggio costiero, si evidenzia che le indagini geofisiche in progetto nel Mare Adriatico centrale e meridionale saranno effettuate oltre le 12 miglia marine dalle coste delle regioni Emilia Romagna, Marche, Abruzzo, Molise, Puglia.

In ragione della localizzazione, della natura delle attività (indagini con mezzo navale), nonché della loro transitorietà, non sono riscontrabili potenziali effetti sulla qualità del paesaggio e dei valori che esso esprime sia per gli aspetti storico-testimoniali e culturali che per quelli legati alla percezione visiva.

2.3.8 Ambiente antropico

2.3.8.1 Pesca

In base agli studi condotti sulle specie ittiche di maggiore interesse commerciale in Adriatico (vedi Capitolo 2.2.8.1) si evince che l'attività riproduttiva del maggior numero di specie è concentrata nel periodo primaverile-estivo (Marzo-Agosto) con un picco corrispondente al mese di Maggio: affinché gli stock ittici possano adeguatamente ripopolarsi è pertanto necessario adottare opportune misure che tutelino sia gli adulti riproduttori che il novellame in tale periodo.

Le misure ad oggi adottate dalle Autorità preposte alla gestione della pesca sia a livello comunitario che nazionale appaiono non del tutto efficaci tutelare la consistenza degli stock ittici soprattutto nelle aree in cui si osserva un trend di produttività negativo, quali il Mare Adriatico.

Le interferenze indotte dalle attività di progetto sulle specie ittiche di interesse commerciale non risultano ad oggi e nei nostri mari sufficientemente supportate da studi scientifici e da monitoraggi sistematici che possano stabilire un possibile rapporto causa-effetto; tale eventualità non è stata peraltro oggetto di alcun riscontro proprio da parte degli operatori di settore e delle competenti Autorità preposte alla gestione della pesca, sia a livello comunitario che nazionale, che attribuiscono la criticità relativa all'impoverimento delle risorse ittiche all'eccessivo sforzo di pesca.

Ciò nonostante, per garantire che non sussistano eventuali effetti cumulati sulle risorse ittiche e con l'obiettivo di non interferire con i periodi riproduttivi delle specie di interesse commerciale, le attività di progetto saranno effettuate esclusivamente al di fuori di tali periodi, ovvero nell'ambito del semestre autunnale-invernale (settembre-febbraio) che in base agli studi disponibili coincidono con i mesi in cui il tasso di riproduttività delle specie ittiche è minimo.

Per ciò che concerne le interferenze con la navigazione e quindi anche con le imbarcazioni che praticano tali attività nell'off shore del Mare Adriatico, l'Istituto Idrografico delle Marina (IIM) comunica periodicamente con diversi sistemi radioelettrici e a mezzo stampa appositi Avvisi ai Naviganti con lo scopo di far conoscere agli utenti tutte le notizie, sia di carattere temporaneo che definitivo,

relative alla sicurezza della navigazione, che ancora non figurano nei documenti nautici ufficiali.

Tra questi, figurano gli avvisi che riguardano le attività di prospezione sismica e le ricerche scientifiche in generale effettuate con navi e relative attrezzature specializzate. In base alle disposizioni generali comunicate annualmente (Premessa agli Avvisi ai Naviganti 2011, IIM) è previsto che *le navi e le imbarcazioni di qualsiasi genere non impegnate nelle prospezioni devono mantenersi a distanza di sicurezza dall'unità che effettua i rilievi (normalmente non inferiore a 3.000 m dalla poppa per tutta l'ampiezza del settore di 180° a poppavia del traverso della stessa) ed in ogni caso evitare di intralciarne la rotta. Se si trovano in prossimità di detta unità, devono obbedire alle eventuali segnalazioni fatte dall'unità stessa o dalle imbarcazioni incaricate della sorveglianza.*

Prescrizioni particolari, limiti delle zone e periodi, vengono comunicati poi con Avviso ai Naviganti emessi a stampa negli A.N. di Carattere Generale o nelle Informazioni Nautiche e diffusi con sistemi radioelettrici (NAVAREA).

Durante le attività di prospezione geofisica, in base alle norme di sicurezza sulla navigazione sarà pertanto interdetta la navigazione lungo le rotte che saranno comunicate alle competenti Autorità marittime.

2.4 Monitoraggi ambientali

Il DPCM 27.12.1988 recante norme tecniche per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale, prevede che il Quadro di riferimento Ambientale tra gli altri contenuti, *“definisce gli strumenti di gestione e di controllo e, ove necessario, le reti di monitoraggio ambientale, documentando la localizzazione dei punti di misura e i parametri ritenuti opportuni”* (art. 5, lettera e).

La trattazione di tale aspetto è prevista nei contenuti dello Studio di Impatto Ambientale (D.lgs. 152/2006 e s.m.i., art. 22, comma 3, lettera e) in termini di *“descrizione delle misure previste per il monitoraggio”*, altresì richiamato nell'Allegato VII alla Parte Seconda del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. (comma 5 bis).

Come descritto nel dettaglio nel Quadro di riferimento Progettuale, nel corso delle attività di progetto si prevede di effettuare i seguenti monitoraggi ambientali:

- monitoraggio dei mammiferi marini di tipo diretto mediante osservazione visiva effettuata da parte di due osservatori specializzati a bordo della nave;
- monitoraggio dei mammiferi marini di tipo indiretto mediante sistemi di rilevazione dei segnali acustici emessi dai cetacei (Passive Acoustic Monitoring) che integreranno le osservazioni dirette nei casi di scarsa visibilità (periodi notturni e/o con ridotta visibilità diurna determinata da condizioni meteorologiche avverse o a richiesta degli osservatori) consentendo di rivelare la presenza di cetacei anche a notevole distanza o in mancanza di osservazione diretta.

Al termine delle attività in progetto i risultati dei monitoraggi saranno trasmessi all'Autorità Competente (Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare) e all'ISPRA su supporto cartaceo e informatico.

Tali dati, di lunga durata ed estesi a tutto l'off shore dell'Adriatico centrale e meridionale, possono assumere un'importanza notevole ai fini della ricerca scientifica e possono efficacemente integrare le conoscenze sulla distribuzione e la consistenza delle popolazioni di cetacei in tali aree per le quali non risultano disponibili ad oggi dati omogenei e sistematici ma informazioni per lo più puntuali (segnalazioni in aree costiere, spiaggiamenti, avvistamenti al largo).

BIBLIOGRAFIA

Si riportano nel seguito i riferimenti bibliografici utilizzati per la redazione dello Studio di Impatto Ambientale

- Bilancio Energetico Nazionale 2009, Ministero dello Sviluppo Economico, Dipartimento per l'Energia, 2010
- Rapporto Energia e Ambiente – Analisi e scenari 2009. ENEA, 2010
- EU energy trends to 2030 – Update 2009, European Commission, Directorate General for Energy, 2010
- Panorama of energy, Eurostat Statistical Book, 2009
- Oil and gas security, Italy 2010, International Energy Agency, 2010
- World Energy Outlook 2010, International Energy Agency, 2010
- Politiche Energetiche dei Paesi Membri dell'AIE – ITALIA Esame 2009, International Energy Agency, 2010
- La politica energetica dell'Unione europea, Dossier n. 109, Servizio Studi, Senato della Repubblica, Gennaio 2009
- Relazione annuale sullo stato dei servizi e sull'attività svolta, Autorità per l'Energia Elettrica e per il Gas, 2010
- Rapporto annuale 2011, Direzione per le Risorse Minerarie ed Energetiche, Ministero dello Sviluppo Economico, 2011
- Glossario del diritto del mare, III Edizione, Rivista Marittima, Caffio F., 2007
- Avviso ai naviganti, Allegato al Fascicolo Avvisi ai Naviganti N. 1 – 2011, Istituto Idrografico della Marina, 2011
- Il Mare Adriatico – ISMAR-CNR – Ancona
- The Adriatic Sea general circulation Part I: air-sea interactions and water mass structure. J. Phys. Oceanogr., 27, 1492-1514, Artegiani A., D. Bregant, E. Paschini, N. Pinardi, F.Raicich and N. Russo, 1997
- The Adriatic Sea general circulation Part I: air-sea interactions and water mass structure. J. Phys. Oceanogr., 27, 1492-1514, Artegiani A., D. Bregant, E. Paschini, N. Pinardi, F.Raicich and N. Russo, 1997
- The Adriatic Sea general circulation Part II: baroclinic circulation structure. J. Phys. Oceanogr., 27, 1515-1532, Artegiani A., D. Bregant, E. Paschini, N. Pinardi, F.Raicich and N. Russo, 1997
- Ecologia marina, Parte I e Parte II – Università di Roma La Sapienza, G.D. Ardizzone, 2010
- Introduzione alle biocenosi bentoniche, Parte I e Parte II – Università di Roma La Sapienza, G.D. Ardizzone, 2010
- Convenzione sulla Diversità Biologica 4° Rapporto Nazionale, 31/3/2009 – MATTM
- Dominio pelagico – Quaderni Habitat n. 16, MATTM-Museo Friulano di Storia Naturale, 2007

- Manuale italiano di interpretazione della Direttiva Habitat 92/43/CEE - MATTM-DPN, Società Botanica Italiana, 2010
- Relazione tecnico-scientifica sulla Rete Natura 2000 mare in Italia, - MATTM-DPN, Società Italiana di Biologia Marina, 2009
- Cartografia delle principali biocenosi marine costiere, dei sedimenti, dello stato delle conoscenze e della naturalità – Relazione Finale; MATTM/DPN, DIP.TE.RIS - Università di Genova, Società Italiana di Biologia Marina, 2003
- Rapporto sullo stato di qualità ambientale della fascia costiera marchigiana: balneabilità e biocenosi, ARPAM, 2003
- Fondali e cicli biogeochimici, F. Frascari, F. Spagnoli, A. Puddu, CNR, Progetto Prisma 1
- Cartografia geologica dei mari italiani scala 1:250.000, ISPRA- Servizio Geologico Nazionale
- Risultati di una ricerca ecologica sul sistema marino costiero pugliese, Vincenzo Damiani, Carlo Nike Bianchi, Ornella Ferretti, Daniele Bedulli, Carla Morri, Monique Viel, Giovanni Zurlini; Thalassia Salentina, Vol. 18, 1988
- Specie minacciate nel Mare Mediterraneo. Il caso degli Elasmobranchi: valutazione del loro stato e iniziative internazionali per la loro conservazione; Fabrizio Serena¹, Cecilia Mancusi¹, Marino Vacchi²; Atti del II Workshop Internazionale HMAP del Mediterraneo e Mar Nero, Chioggia 2006
- Specie marine e salmastre protette in Italia, Società Italiana di Biologia Marina, 2006
- Checklist della flora e della fauna dei mari italiani (Parte I), MATTM/DPN - Società Italiana Biologia Marina; Biologia Marina Mediterranea, Vol. 15 (suppl.1), 2008
- Checklist della flora e della fauna dei mari italiani (Parte II), MATTM/DPN - Società Italiana Biologia Marina; Biologia Marina Mediterranea, Vol. 17 (suppl.1), 2010
- Checklist e Distribuzione della Fauna Italiana - MATTM/DPN, 2003
- IUCN, International Union for Conservation of Nature 2011 - IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.1.
- Banca dati "Monitoraggio degli spiaggiamenti dei cetacei", MATTM, Università degli Studi di Pavia, Museo di Storia Naturale di Milano
- Tutela delle specie migratrici e dei processi migratori - Verso la Strategia Nazionale per la Biodiversità - MATTM-DPN, 2009
- Dominio pelagico - Quaderni Habitat n. 16, MATTM-Museo Friulano di Storia Naturale, 2007
- Guida al riconoscimento del plancton dei mari italiani, MATTM/DPN, ICRAM, 2006
- Analisi del differenziamento genetico tra popolazioni di *Palinurus elephas* attraverso l'impiego di marcatori genetico mitocondriali e nucleari; Università degli Studi di Cagliari, S. Buccoli, A.M. Deiana, 2006
- Mammiferi d'Italia - Quaderni di conservazione della natura n. 14; MATTM-DPN-ex Istituto per la fauna selvatica
- Conserving whales, dolphins and porpoises in the Mediterranean and Black Seas, ACCOBAMS Status Report, G. Notarbartolo di Sciara, Alexei Birkun jr., 2010

- ACCOBAMS, National Report of Italy; Third Meeting of the Contracting Parties, Zubrovnik, Croatia, October 2007
- Repertorio della Fauna italiana protetta – MATTM - Direzione Generale per la Protezione della Natura del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, 2003
- Spiaggiamenti di tartarughe marine lungo le coste pugliesi- Analisi dei dati dal 1996 al 2006.; Regione Puglia Assessorato Ecologia, Autorità Ambientale Regionale, Area Naturalistica, 2006
- Spiaggiamenti Cetacei e Tartarughe – MATTM - Direzione per la Difesa del Mare, 2002
- Observations of marine turtles in relation to seismic airgun sound off Angola, Weir C.R.; Marine Turtle Newsletter, 116: 17-20; 2007
- Linee guida per il recupero, soccorso, affidamento e gestione delle tartarughe marine ai fini della riabilitazione e per la manipolazione e rilascio a scopi scientifici, ICRAM, 2008
- Spiaggiamento di sette esemplari di capodoglio (*Physeter macrocephalus*) sul litorale compreso tra Cagnano Varano e Ischitella (FG) tra il 10 Dicembre e il 15 Dicembre 2009 - Relazione Finale, Sandro Mazzariol, Dipartimento di Sanità Pubblica, Patologia Comparata e Igiene Veterinaria Università degli Studi di Padova, 2010
- Sometimes sperm whales (*Physeter macrocephalus*) cannot find their way back to the high seas: a multidisciplinary study on a mass stranding, Sandro Mazzariol, Giovanni Di Guardo, Antonio Petrella, Letizia Marsili, Cristina M. Fossi, Claudio Leonzio, Nicola Zizzo, Salvatrice Vizzini, Stefania Gaspari, Gianni Pavan, Michela Podestà, Fulvio Garibaldi, Margherita Ferrante, Chiara Copat, Donato Traversa, Federica Marcer, Sabina Airoidi, Alexandros Frantzis, Yara De Bernaldo Quiros, Bruno Cozzi, Antonio Fernandez - PLoS ONE, Vol. 6, Maggio 2011
- Atti del settimo Convegno Nazionale sui cetacei e sulle tartarughe, Centro Studi Cetacei, Roma, 2007
- Using at-sea experiments to study the effects of airguns on the foraging behavior of sperm whales in the Gulf of Mexico, Miller, P.J.O., et al. - Deep-Sea Research 1, 2009
- 'Turtle guards': a method to reduce the marine turtle mortality occurring in certain seismic survey equipment. Ketos Ecology report, 2009
- Ambient noise in the sea. Peninsula Publishing Library of Congress. 1986;205, Urlick R.J.
- Low frequency deep water ambient noise along the Pacific Coast of the United States. Journal of Underwater Acoustics. 1969. 19: 423-444, Wenz, G. M..
- MARPOL 73/78 International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973
- UNI EN ISO 14509 – Misurazione del rumore aereo generato dalle imbarcazioni da diporto a motore.
- UNI EN ISO 14509/2 – Valutazione del rumore con utilizzo di unità di riferimento. Unità di piccole dimensioni.

- UNCLOS- United Nations Convention on the Law of the Sea,1982.
- Report of the Standing Working Group on Environmental Concerns. Proc. 58th IWC. Annex K: 1-73, International Whale Commission, 2006.
- ACCOBAMS, Resolution 2.16. Assessment and impact assessment of man-made noise. Second Meeting of the ACCOBAMS Contracting Parties, 2004.
- ACCOBAMS Recommendation SC 4.3. Anthropogenic Noise. Fourth Meeting of the ACCOBAMS Scientific committee, 2006
- ACCOBAMS, Recommendation 3.10. Guidelines to address the impact of anthropogenic noise on marine mammals in the ACCOBAMS area. Third Meeting of the ACCOBAMS Contracting Parties,2007
- Guidelines to address the issue of the impact of anthropogenic noise on marine mammals in the ACCOBAMS area. Report prepared for the 4rd meeting of the ACCOBAMS Scientific Committee. Pavan G., 2006
- JNCC Guidelines for minimising acoustic disturbance to marine mammals from seismic surveys, Joint Nature Conservation Committee JNCC, . August 2010
- Valutazione di impatto ambientale delle prospezioni geosismiche sottomarine – Parte I: Normativa e linee guida di riferimento, Lanfredi C., Azzellino A., Vismara R., Ingegneria ambientale, Vol. XXXVIII n. 4/2009
- Valutazione di impatto ambientale delle prospezioni geosismiche sottomarine – Parte II: Stima degli impatti ed effetti sugli organismi, Lanfredi C., Azzellino A., Vismara R., Ingegneria ambientale, Vol. XXXVIII n. 5/2009
- Scientific basis for management of fish resources with regard to seismic exploration, Proceedings of Petropiscis II, Bergen Norway, Nakken, O. 1992
- Effects of seismic shooting on local abundance and catch rates of cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogramma aeglefinus*). – Can. J. Fish. Sci. 53: 2238-2249, Engås, A., Løkkeborg, S., Ona, E. & Soldal, A.V. 1995
- Acoustic mapping of pelagic fish distribution and abundance in relation to a seismic shooting area off the Norwegian west coast. – Fisheries Research 67: 143-150, Slotte, A., Hansen, K., Dalen, J. & Ona, E. 2004
- High intensity anthropogenic sound damages fish ears. – J. Acoust. Soc. Am., 113:638-642. doi:10.1121/1.1527962, McCauley, R. D., Fewtrell, J, & Popper, A. N. 2003
- Effects of seismic air gun on marine fish. – Continental shelf research. 21(8-10): 1005-1027, Wardle, C.S., Carter, T.J., Urquhart, G.G., Johnstone, A.D.F., Ziolkowski, A.M., Hampson, G. & Mackie, D. 2001.
- Utredning av konsekvenser av helårig petroleumsvirksomhet Lofoten_Barentshavet. Konsekvenser av seismisk aktivitet – ULB Delutredning 18. – Olje- og Energidepartementet, Oslo, Østby, C., Nordstrøm, L. & Moe, K.A. 2003
- Strategic Environmental Impact Assessment of hydrocarbon activities in the Disko West area. National Environmental Research Institute, University of Aarhus. 188 pp. – NERI technical report no. 618: 188 pp, Mosbech, A., Boertmann, D. & Jespersen, M. 2007
- Kunnskabsstatus of forskningsbehov med hensyn til skremmeeffekter og skadevirkninger av seismiske lydbølger på fisk og sjøpattedyr. – Oljedirektoratet,

Fisjkeridirektoratet of Statens Forureningstilsyn, Bergen, Dalen, J., Hovem, J.M., Karlsen, H.E., Kvasdheim, P.H., Løkkeborg, S., Mjelde, R., Pedersen, A. & Skiftesvik, A.B. 2008

- Effekter av seismiske undersøkelser p^oa fiskefordeling og fangstrater for garn og line I vester^oalen sommeren 2009. *Fisken og Havet 2*: 76 pp, Løkkeborg, S., Ona, E., Vold, A., Pena, H., Salthaug, A., Totland, B., Øvredal, J. T., Dalen, J., and Handegard, N. O. 2010
- Review of scientific information on impacts of seismic sound on fish, invertebrates, marine turtles and marine mammals. – DFO Can. Sci. Advis. Sec. Habitat Status Report 2004/002.
- Impacts of geophysical seismic surveying on fishing success. – *Reviews in Fish Biology and Fisheries 10*: 113-118, Hirst, A. G. & Rodhouse, P. G. 2000
- Effects of seismic energy on Snow crab (*Chionoecetes opilio*). – *Environmental Studies Research Funds Report 144*, Calgary, Christian, J.R., Mathieu, A., Thomson, D.H., White, D. & Buchanan, R.A. 2003
- Proceedings of the peer review on potential impacts of seismic energy on snow crab. DFO Canadian Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser. 2004/045, Chadwick, M. 2005
- The hearing abilities of the prawn *Palaemon serratus*. – *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A 140*: 89-100, Lovell, J.M., Findlay, M.M., Moate, R.M. & Yan, H.Y., 2005
- Potential Impacts of seismic energy on Snow Crab. – *Habitat Status Report 2004/003*.
- First assessment of effects of air gun seismic shooting on marine resources in the central Adriatic Sea. – *International conference on health, safety and environment in oil & gas exploration & production, New Orleans LA, 9-12 June 1996*, p. 227-238, La Bella, G., Cannata, S., Frogliola, C., Ratti, S. & Rivas, G., 1996
- The effect of seismic surveys on catch rates of rock lobsters in western Victoria, Australia. – *Fisheries Research 79*: 272–284, Parry G. D. & Gason, A. 2006
- Evaluating the impact of seismic prospecting on artisanal shrimp fisheries. – *Continental Shelf Research 25*: Issue 14: 1720-1727, Andriquetto-Filho, J.M., Ostrensky, A., Pie, M.R., Silva, U.A. & Boeger, W.A. 2005
- Noise Exposure Criteria Group, Strategies for weighting exposure in the development of acoustic criteria for marine mammals, 150th Meeting of the Acoustical Society of America, 17-21 October 2005.
- Strategies for weighting exposure in the development of acoustic criteria for marine mammals. *Journal of the Acoustical Society of America*. 2005; 118(3), Miller, J.H., Bowles, A.E., Southall, B., Gentry, R.L., Ellison, W.T., Finneran, J.J., Greene, C.R., Kastak, D., Ketten, D.R., Tyack, P.L., Nachtigall, P.E., Richardson, W.J., and Thomas, J.A., 2009.
- Wake Distribution of Full Ships, *Journal of Society of Naval Architects of Japan*, Vol. 120, pp. 216–230, Sasajima, H., Tanaka, I. and Suzuki, T., 1966
- Trailing Edges of Propeller Blades of High Powered Single Screw Ships, *International Shipbuilding Progress*, Vol. 10, no. 101, Manen, J.D. van Bent, 1963

- Fondamenti ed applicazioni di propulsione navale, Dipartimento di Ingegneria Navale, del Mare e per l’Ambiente, Università degli Studi di Trieste, Trincas G., 2010
- Mechanics of Underwater Noise, Pergamin Press, Oxford, Ross, D., 1976
- Review of the effects of underwater sound generated by seismic surveys in cetaceans. Seawatch Foundation, Oxford, UK, Evans, P.G.H. and Nice, H. 1996
- Oceans of Noise 2004, WDSC (Whale and Dolphin Conservation Society) Science Report
- Osservatorio Traffici Marittimi, Relazione 2010, Simonella I., 2010
- International Association of Geophysical Contractors, Airgun Arrays and Marine Mammals, August 2002
- Linee guida e modalità di gestione della pesca nella zona di tutela biologica della Fossa di Pomo - Adriatico centrale, Regione Abruzzo, 2006
- Periodi riproduttivi delle specie ittiche dei mari italiani, Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell’Abruzzo e del Molise “Giuseppe Caporale” – Teramo, Giansante C., Vallerani M., Angelini S., 2006
- Some considerations on the concept and definition of the “priority species” for the fishery assessment and management purposes in the GFCM area, AdriaMed, 2007
- Identification of the priority species and shared stocks in the Mediterranean Geographical Sub-Area 18 (Southern Adriatic Sea), AdriaMed, 2008
- Applicability and performance of some biological and economic indicators for the Adriatic Sea trawl fisheries in the western GFCM GSA 18, AdriaMed, 2006
- General outline of marine capture fisheries legislation and regulations in the Adriatic Sea countries, AdriaMed, 2007
- The Biology and Stock Assessment of *Merluccius merluccius* (L.) in the Adriatic Sea: an Historical Review by Geographical Management Units, AdriaMed, 2001
- Review of current knowledge on demersal shared stocks of the Adriatic Sea, AdriaMed Technical Documents No.12, 2004
- The geographical management units of the Adriatic Sea, AdriaMed, 2001
- Ecosystem effects of fishing in the Mediterranean: an analysis of the major threats of fishing gear and practices to biodiversity and marine habitats, Studies and review n. 74, General Fisheries Commission for the Mediterranean, 2004
- Nursery areas of some demersal species in the Adriatic Sea (GSA 17), C. Piccinetti, C. Manfredi, N. Vrgoč, B. Marčeta, 2009
- The small pelagic fisheries on the Western coast of the Adriatic Sea: monitoring and assessment, N. Cingolani, E. Arneri, G. Giannetti, A. Santojanni, A. Belardinelli, S. Colella, F. Donato, 2001
- Osservatorio economico sulle strutture produttive della pesca marittima in Italia, IREPA Onlus, 2009
- Le risorse ittiche della GSA 17 nel 2010, Laboratorio di Biologia Marina e Pesca di Fano dell’Università di Bologna, 2010

- Piano di gestione GSA 17 – Strascico - Mare Adriatico centro settentrionale (ex art.24 del Reg. (CE) n.1198/2006), Ministero delle politiche agricole e forestali, 2010
- Piano di gestione GSA 18 – Strascico - Mare Adriatico meridionale (ex art.24 del Reg. (CE) n.1198/2006), Ministero delle politiche agricole e forestali, 2010